Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

C 366134 DUPL

Digitized by Google

Digitized by Google

otechnische Zeitschrift

ntralblatt für Elektrotechnik)

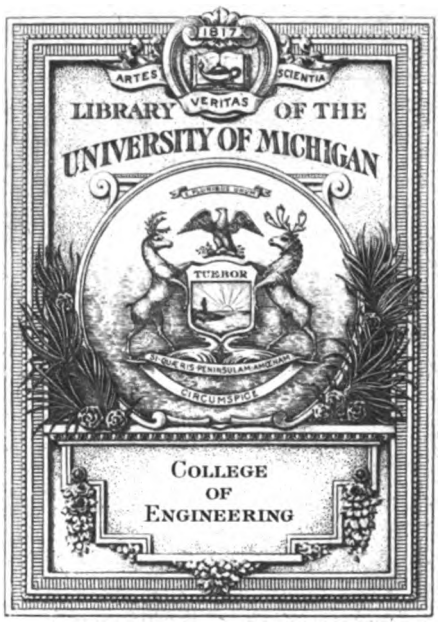
58. Jahrgang

1937

II. Halbjahr

Berlin
Im Buchhandel durch Julius Springer
1937

Digitized by Google



Digitized by Google

TK
3
,E46

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

58. Jahrgang

1937

II. Halbjahr

Berlin

Im Buchhandel durch Julius Springer

1937

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

(II. Halbjahr 1937)

A. Sachverzeichnis.

	Seite		Seite
I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen	III	IV. Verbandsnachrichten	XVIII
II. Persönliches	XVI	V. Geschäftliche Mitteilungen	XIX
III. Schrifttum (insbes. Buchbesprechungen)	XVII		

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die ETZ. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung. — *Arch.* = Archiv f. Elektrotechn., Bd. 31 (1937). — *Fachber.* = VDE-Fachberichte, Bd. 9 (1937).

Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl. Weitere Abkürzungen s. Abt. A IV, VDE.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.

Ableiter s. Überspannungsschutz.

Abstimmungsanzeige s. Röhren.

AEF s. Abt. A IV, Verbandsnachr.

Akkumulatoren.

Akkumulatoren (VDE-Bericht). 858.

Akkumulatorenbauteile aus neuen Kunststoffen. Nach G. Hauffe. 963.

Schaltanlage zum Laden mehrerer Sammler. 1061.

Die industrielle Anwendung der Akkumulatorenbatterien. Nach H. G. Brown. 1244.

Ladung von Sammlerbatterien mit Trockengleichrichter. Nach A. Avramescu. 1296.

Akustik s. Meßkunde, Techn. Ak.

Alarmanlagen s. Signalwesen.

Aluminium s. Leitungen, Stoffkunde.

Ämter s. Fernsprechwesen.

Anlauf s. Elektr. Maschinen.

Antennen s. Funkwesen.

Antriebe s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Maschinenantrieb, Schiffahrt.

Arbeit s. Meßkunde.

Asynchronmaschinen s. Elektr. Masch.

Auge s. Lichttechnik.

Ausbildung s. Unterricht.

Ausbrennen s. Überstrom.

Ausschüsse des VDE s. Abt. A IV.

Ausstellungen und Messen.

— Deutschland.

Reichsausstellung „Gebt mir vier Jahre Zeit" Berlin 1937. 888.

Ausstellungen und Messen.

Reichsausstellung „Schaffendes Volk", Düsseldorf 1937. 935.

Die Ausstellung zur Tagung der Deutschen Röntgen-Gesellschaft, Breslau 1937. H. Graf. 963.

Die 14. Große Deutsche Rundfunkausstellung, Berlin 1937. G. Krawinkel. *1049.

Die Elektrotechnik auf der Achema VIII. 1302.

— Ausland.

Deutsche Gemeinschaftswerbung auf Auslandsmessen. 800.

Die elektr. Anlagen im Deutschen Pavillon auf der Weltausstellung in Paris 1937. A. Kolbe. 1242.

Außenhandel s. Abt. A V, Gesch. Mitt.

Auszeichnungen s. Abt. A II, Persönl.

Automobile s. Kraftfahrzeuge.

Backöfen s. Wärmetechnik.

Bahnbau u. Bahnbetrieb (s. a. Fernsprechwesen).

— Anlagen.

Amerika. 886.

Deutschland. 1119.

England. 748. 932.

Frankreich. 1268. 1297.

London. 748.

London-Portsmouth. 932.

Österreich. 744, 1372, 1379.

Paris—Le Mans. 1297.

Schweden. 1194.

Stockholm. 1194.

Wien. 744.

Bahnbau und Bahnbetrieb

— Allgemeines.

Einfluß der Temperatur auf den Energieverbrauch von Bahnen. Nach H. E. Preston. 825.

Elektrische Bahnen (VDE-Bericht). 849.

Einführung zur VDE-Gruppe „Bahnen". A. Schieb. 956. *Fachber. 137.*

Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn 1936. 1119.

Der Begriff des Leitwertes bei der Untersuchung der Irrströme. Nach L.-J. Collet. 1195.

— Bahn-Kraftwerke.

Wirtschaftl. Vergleich von Umrichtern und Umformern auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen. K. Schmer. 956. *Fachber. 140.*

Der Wellenstrombahnmotor für Einphasenspeisung mit 50 Per/s über gittergesteuerten Gleichrichter. L. P. Monath. 956. *Fachber. 144.*

Die Energieversorgung der Österreichischen Bundesbahnen im Raum westlich von Salzburg. Nach H. Schmidt. 1379.

— Fahrleitungen.

Umgestaltung vorhandener Lokomotivfahrleitungen im Braunkohlenbergbau. E. Heide. *1367.

— Bremsung.

Widerstandsbremsung mit Gleichstrom bei Vollbahnfahrzeugen. P. Müller. 956. *Fachber. 138.*

Einführung zu der Prüfvorschrift der elektr. Bremsung in den R. E. B. 1938. K. Lüdde. *1055. B. 1176.

Digitized by Google

Bahnbau und Bahnbetrieb.
Zur Frage der Selbsterregung der Einphasenwechselstrom-Serie (EKS)-Motoren, besonders mit Bezug auf Stromrückgewinnungsbetrieb von Einphasenwechselstrom-Bahnen. Nach A. Laternser. 1062.
Neue Nutzbremsschaltung für Einphasenwechselstrom. Nach A. Laternser. 1063.
Nutzbremse bei Straßenbahnen. Nach M. Cremer-Chapé. 1298.
-- **Eisenbahnen.**
— — **Elektrisierung.**
London—Portsmouth elektrisch. 932.
Elektr. Betrieb auf der Strecke Paris—Le Mans. Nach J. Dumas. 1297.
— — **Lokomotiven und Triebwagen.**
Lokomotivumspanner mit Aluminium-Wicklungen. W. Schulze. 956. *Fachber. 148.*
Elektromechan. Arbeitsübertragung für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Nach J. Bilek. 1089.
Klimaanlagen für Eisenbahnwagen. Nach M. Pla. 1145.
Meßtechn. Untersuchung der Reichsbahn-Schnellzugslokomotive Reihe E 18 bei Schnellfahrten und Höchstleistungsfahrten. Nach E. W. Curtius. 1165.
Französische Schnellzug-Diesellokomotiven. Nach M. Tourneur. 1268.
Dieselelektrische Schmalspurlokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen. Nach P. Neusser. 1372.
-- **Straßenbahnen.**
Ist die Straßenbahn tot? M. M. Henriod. 770.
Nutzbremse bei Straßenbahnen. Nach M. Cremer-Chapé. 1298.
Zur Wirtschaftlichkeit der Nahverkehrsmittel: Straßenbahn, Autobus, Obus. Nach E. Anderegg. 1378.
— **Schnellbahnen.**
Der Ausbau einer U-Bahn in Stockholm. 1194.
-- **Verschiedene Bahnen.**
Elektr. Müllbahn der Stadt Wien. 744.
Selbstfahrender, benzinelektrischer Stromerzeugungs- und Umformersatz. Nach K. Bulling. 885.
-- **Oberleitungs-Omnibusse.**
Erweiterungen im Obusverkehr Londons. 748.
Gleislose Fahrzeuge (VDE-Bericht). 850.
Oberleitungsomnibusse in den V. S. Amerika. Nach G. M. Woods. 886.
Technische Entwicklungsmöglichkeiten des Oberleitungsomnibusses. Nach H. Wüger. 933.
Sind Batterien in Oberleitungs-Omnibussen von Wert? Nach P. M. Sanders. 1119.
Der Oberleitungsomnibus, techn. und wirtschaftl. Fragen. F. Lehner. *1183. *1215.
Zur Wirtschaftlichkeit der Nahverkehrsmittel: Straßenbahn, Autobus, Obus. Nach E. Anderegg. 1378.
Ein Jahr Obusbetrieb in Oldenburg. Eine techn. u. wirtschaftl. Bilanz. E. Schiemann. *1385.

Bandbreite s. Funkwesen.
Batterie s. Akkumulatoren.
Beeinflussung s. Fernsprechwesen.
Befeuerung s. Lichttechnik.
Beglaubigungen s. Prüfämter.
Belastung s. Elektrizitätswerke.
Beleuchtung s. Lichttechnik.

Bergbau.
Der elektr. Antrieb in explosionsgefährdeten Räumen. U. Weber. 955. *Fachber. 133.*
Zum Prinzip der Widerstandsverfahren der Funkmutung. V. Fritsch. *1241.
Umgestaltung vorhandener Lokomotivfahrleitungen im Braunkohlenbergbau. E. Heide. *1367.

Berichtigung. 944. 1048. 1072. 1128. 1176. 1232. 1308.

Besprechungen s. Abt. A III, Schrifttum.
Bestimmungen des VDE s. Abt. A IV.
Bezugsquellenverzeichnis. 1048.
Beugung s. Funkwesen.

Bildtelegraphie und Fernsehen (s. a. Leitungen).
Das Zeilensprung-Verfahren im Fernsehen. Nach R. Urtel. 771.
Fortschritt und Normung im Fernsehen. Nach W. Ohnesorge. 826.
Elektrisches Nachrichtenwesen (VDE-Bericht). 855.
Fernsehschau. 1050.
Das Fernsehen. Nach W. Ohnesorge. 1090.
10 Jahre Bildtelegraphie. 1302.
Die neue Fernsehnorm der Deutschen Reichspost. Nach F. Banneitz. Vortr. 1392.

Blitz s. Überspannung.
Bordgeräte s. Funkwesen, Installationswesen.
Brechung s. Funkwesen.
Breitbandkabel s. Fernsprechtechnik.
Bremsung s. Bahnbau.

Brennkraftmaschinen.
40 Jahre Dieselmotor. 1168.

Brennofen s. Wärmetechnik.
Brückenschaltungen s. Meßkunde.
Buchbesprechungen s. Abt. A III, Schriftt.
Bühne s. Lichttechnik.
Bürdenmesser s. Meßkunde.

Chemie s. Elektrochemie.
Curiepunkt s. Magnetismus.

Dampfgefäße s. Stromrichter.

Dampfkessel.
Elektrodampfkessel: Eigenart, Wirtschaftlichkeit und Anwendung. Nach P. Buhl u. H. Masukowitz. 1267.
Dampfkosten bei großen Rohbraunkohle-Elektrizitätswerken von 1915 bis 1930. Nach M. Andritzky. 1273.

Dampflampen s. Lichttechnik.

Dampfturbinen.
Neuere Entwicklung des Hochdruckturbinenbaues. H. Melan. Vortr. 951. *Fachber. 3.*

Dämpfung s. Magnetismus, Meßkunde.
Differentialgleichungen s. Mathematik.
Dielektrika s. Theoret. Elektrot.
Dielektrizitätskonstante s. Theor. Elektr.
Diesellokomotiven s. Bahnbau.
Dieselmotor s. Brennkraftmaschinen.
Dissertationen s. Abt. A III, Schrifttum.
Donnereffekt s. Techn. Akustik.
Drähte s. Leitungen.
Drahtlose Technik s. Funkwesen.
Drehfeld s. Elektr. Maschinen.
Drehstrom s. Theoret. Elektrot.

Drosselspulen (s. a. Theor. Elektrot.).
Gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen. G. Hauffe. *937. *989.
Anwendung gleichstromvormagnetisierter Drosselspulen in der Starkstromtechnik. G. Hauffe. 990.
Über die erstmalige Bestimmung der günstigsten Einstellung von Erdschlußspulen. Nach E. Groß. 1118.
Die Saugdrossel bei gittergesteuerten Gleichrichtern. O. Schiele. 1221. *Arch. 749.*
Zur qualitativen Theorie gleichstrommagnetisierter Eisendrosseln. Th. Wasserrab. 1350. *Arch. 814.*

Druckerei s. Maschinenantrieb.
Druckgasschalter s. Schaltgeräte.
Durchschlag s. Theoret. Elektrot.

Eingänge s. Abt. A III, Schrifttum.
Einladungen s. Abt. A IV.
Eisen s. Hütte, Wärmetechnik.
Eisenbahnen s. Bahnbau.
Eisenprüfung s. Magnetismus.
Elastizitätsmodul s. Meßkunde.

Elektrische Maschinen (s. a. Maschinenantrieb, Regelung, Transformatoren).
— **Allgemeines.**
Elektr. Maschinen (VDE-Bericht). 840.
Einführung zur VDE-Gruppe „Maschinen und Transformatoren". K. Humburg. 953. *Fachber. 51.*
Die Berechnung von Oberflächenkühlern für geschlossene, außenbelüftete Elektromotoren größerer Leistung. R. Schütte. *977.
Neuzeitliche Gleitlager für Elektromotoren. E. v. Ende. *1085.
Eisenschäden an Umspannern und elektr. Maschinen. Nach E. Schmohl. 1316.
Staubsauger für Motorenreinigung. 1374.
— **Theorie und Entwurf.**
Die Verfahren zur Bestimmung physikalischer Felder in elektr. Maschinen. Nach E. Roth. 746.
Der Blindwiderstand der Spulenköpfe. Nach J. F. H. Douglas. 768.
Periodische Temperaturschwankungen in elektr. Maschinen. Nach P. Waldvogel. 796.
Theorie der eingängigen Gleichstrom-Ankerwicklungen. H. Sequenz. 983. *Arch. 524.*
Greift die Kraft an der Wicklung oder an den Zähnen eines Ankers an? Nach G. Jacoby. 1087.
Der einseitige magnetische Zug und seine mechanische Wirkung. Nach J. Soukenik. 1322.
-- **Mechanischer Aufbau.**
Zusatzschwungräder für mit Kolbenmaschinen gekuppelte elektr. Maschinen. K. Bätz. *1033.
Schwingungsdämpfung an Maschinen durch federnde Aufstellung. Nach L. H. Hansel. 1222.
Leichtmetallmotor. H. R. Heberlein. 1243.
Die Starkstromtechnik im Rahmen der neuen Treibstoffgewinnungs-Anlagen. H. Göschel. Vortr. *1282. *1317.
— **Gleichstrommaschinen.**
Theorie der eingängigen Gleichstrom-Ankerwicklungen. H. Sequenz. 983. *Arch. 524.*

Digitized by Google

Elektrische Maschinen.

— Synchronmaschinen.

Synchronmaschine mit massivem Walzenläufer. Nach C. Concordia u. H. Poritsky. 768.

Wasserkraftgeneratoren für Freiluftaufstellung. E. Wiedemann. 953. *Fachber. 61.*

Grenzleistungen im Bau von Mittel- und Hochfrequenzmaschinen. J. Tittel. 953. *Fachber. 65.*

Zusatzschwungräder für mit Kolbenmaschinen gekuppelte elektr. Maschinen. K. Bätz. *1033.

Unstabiles Verhalten von Dreiphasengeneratoren bei hohem ohmschen Widerstand im Ständerkreis. Nach T. E. Wall. 1036.

Synchronmotoren für hohe Anlaufmomente. 1193.

-- Asynchronmaschinen.

Versuche an einem selbsterregten Asynchrongenerator. Nach A. Wälti. 746.

Die fremdsynchrone Maschine. E. Tüxen. 796. *Arch. 457.*

Ein Vergleich der verschiedenen Stromverdrängungs-Kurzschlußläufer, insbesondere für große Leistungen und schwere Anläufe. V. Roßmaier. 953. *Fachber. 55.*

Die selbsterregten Schwingungen des Drehstrom-Doppelfeldmotors. G. Haberland. 1118. *Arch. 643.*

Die unabhängige Selbsterregung bei Maschinen mit Aufhebung der Schlupfspannung. E. Tüxen. 1143. *Arch. 625.*

Probleme bei der Verwendung von Reihen-Kondensatoren. Nach J. W. Buttler u. C. Concordia. 1321.

Ermittlung der Komponenten eines nach Lage und Form gegebenen einphasigen elliptischen Drehfeldes. K. Heinrich. *1333.

Einheitliches Berechnungsverfahren für Stromverdrängungs-Motoren mit Ein- und Mehrnutläufern. W. Schirp. 1347. *Arch. 799.*

-- Wechselstrom-Kommutatormasch.

Das Anlaufmoment bei Repulsionsmotoren und Dreiphasen-Reihenschluß-Kommutatoren. H. Jordan. 824. *Arch. 417.*

Der Wellenstrombahnmotor für Einphasenspeisung mit 50 Per/s über gittergesteuerten Gleichrichter. L. P. Monath. 956. *Fachber. 144.*

Die neuere Entwicklung des Wechselstrombahnmotors. K. Töfflinger. *1001. *1030.

Zur Frage der Selbsterregung der Einphasenwechselstrom-Serie-(EKS)-Motoren, besonders mit Bezug auf Stromrückgewinnungsbetrieb von Einphasenwechselstrom-Bahnen. Nach A. Laternser. 1062.

Diagramm des Wendepolstromes von Einphasenbahnmotoren. F. Stier. *1133.

Neues Verfahren zur Verbesserung der Kommutierung von 50 Hz-Kommutatormotoren. Nach K. J. Schenfer u. M. S. Sosnowskaja. 1163.

Erstmalige Fernsteuerung des Derimotors im Kranbetrieb. Nach E. Widman. 1298.

— Umformer.

Selbstfahrender, benzinelektrischer Stromerzeugungs- und Umformersatz. Nach K. Bulling. 885.

Elektrische Maschinen.

Wirtschaftl. Vergleich von Umrichtern und Umformern auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen. K. Schmer. 956. *Fachber. 140.*

Spannungsverlust bei Einankerumformern auf Grund experimenteller Untersuchungen. J. Almási. 1347. *Arch. 767.*

Elektrisierung s. Bahnbau, Energiewirtschaft.

Elektrizitätswerke (s. a. Bahnbau, Brennkraftmaschinen, Dampfkessel, Dampfturbinen, Energiewirtschaft, Fernmessung, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Schaltanlagen u. Abt. A V, Gesch. Mitt.).

Brünn. 751.

England. 1265.

Etzelwerk. 1370.

Schweiz. 1370.

Southwick. 1265.

Tschechoslowakei. 751.

— Allgemeines.

Kraftwerksbau (VDE-Bericht). 838.

Einführung zur VDE-Gruppe „Kraftwerke". E. Krohne. 951. *Fachber. 1.*

Die Auswirkungen der technischen Entwicklung auf die Gesamtplanung von Kraftwerken. Nach L. Musil. 1163.

— Anlagen (Beschreibung und Entwurf).

— — Wasserkraftwerke.

Das Etzelwerk. 1370.

Ausbau der Wasserkräfte und Wasserstraßen in der Tschechoslowakei. 1404.

— — Wärmekraftwerke.

Kraftwerksbetrieb mit Faulgas. Nach R. Pursche u. W. Wichmann. 1191.

Ein Hüttenkraftwerk im Sinne einer fortschrittlichen Energiewirtschaft. Nach G. Hubel. 1194.

Erweiterung des Kraftwerkes Southwick der Brighton-Gesellschaft. 1265.

170 at als neue Entwicklungsstufe wirtschaftl. Krafterzeugung im amerikanischen Kraftwerkbau. Nach Ph. Sporn. 1399.

— Belastungsverhältnisse.

Die Betriebsschaubilder des Brünner Kraft-Fernheizwerkes. O. Knab. *751.

Vorausberechnung des mittleren Höchstwertes einer regellos zusammengesetzten Belastung. Nach J. Kuusinen. 799.

Die Belastung des Drehstromnetzes durch Umrichter verschiedener Systeme. G. Reinhardt. 954. *Fachber. 71.*

Über den Spitzenausgleich bei den Industrie-Stromabnehmern. Nach K. Ulrich. 1019.

Verbesserung der Unsymmetrie der Spannungen oder Lastausgleich in einem unsymmetrisch belasteten Drehstromnetz. Nach A. Maret. 1369.

Verwendungen der Dauerkurve. J. Kusinen. Brf. 1383.

— W. Borgquist. Brf. 1384.

— Betriebsüberwachung.

Aufklärung von Betriebsvorfällen in Hochspannungsnetzen. H. Grünewald. *1077.

— Parallelbetrieb.

Erster Bericht über die Stabilität von Kraftübertragungsanlagen. 768.

Parallelbetrieb von Industrieturbinen mit Elektrizitätswerken. W. Guilhauman. Vortr. 951. *Fachber. 7.*

— Verschied. techn. Betriebsfragen.

Bekämpfung von Oberwellen in ausgedehnten Netzen. E. Scharstein. *729.

Elektrizitätswerke.

Einführung zur VDE-Gruppe „Betrieb von Netzen". H. Schulze. 951. *Fachber. 13.*

— Geschäftlich - Wirtschaftliches (s. a. Abt. A V, Geschäftl. Mitt.).

Die Betriebsschaubilder des Brünner Kraft-Fernheizwerkes. O. Knab. *751.

Dampfkosten bei großen Rohbraunkohle-Elektrizitätswerken von 1915 bis 1930. Nach M. Andritzky. 1273.

Die Kapitalkosten der Elektrizitätswerke in der Selbstkostenrechnung. Nach E. Krause. 1379.

Erzeugung und Verbrauch elektr. Arbeit in Deutschland. 800. 1123.

Elektrizitätswirtsch. s. Energiewirtsch.

Elektrizitätszähler s. Meßkunde.

Elektroakustik s. Techn. Akustik.

Elektrochemie.

Elektrochemie (VDE-Bericht). 859.

Die Härte von Elektrolytchrom. Nach M. Cymboliste. 1167.

Anodische Schutzschicht auf Magnesiumlegierungen. Nach R. W. Buzzard u. J. H. Wilson. 1228.

Die Elektrotechnik auf der Achema VIII. 1302.

Elektroden s. Wärmetechnik.

Elektroindustrie s. Abt. A V, Gesch. Mitt.

Elektrolyte s. Elektrochemie.

Elektronen s. Theoret. Elektrot.

Elektronenoptik s. Theor. Elektrot.

Elektronenröhren s. Röhren.

Elektrowärme s. Wärmetechnik.

Empfänger s. Funkwesen.

Energiewirtschaft (s. a. Elektrizitätswerke).

— Elektrizitätswirtschaft.

— — Allgemeines.

Ein Hüttenkraftwerk im Sinne einer fortschrittlichen Energiewirtschaft. Nach G. Hubel. 1194.

Weltkraftkonferenz 1938. 1404.

— — Deutschland.

Die Elektrizitätswirtschaft (VDE-Bericht). 836.

Neuere Entwicklungslinien der Elektrizitätsversorgung. C. Krecke. Vortr. *869.

Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 31. August 1937. 1016.

Energiewirtschaftsgesetz. 1021.

Energiewirtschaftl. Zusammenschluß in Westfalen. 1274.

Erzeugung und Verbrauch elektr. Arbeit in Deutschland. 800. 1123.

— — Übriges Europa.

Stand der Elektrisierung der Tschechoslowakei Ende 1935. 1018.

Die Elektrizitätsversorgung Rumäniens 1936. H. Thiess. *1272.

Die Elektrizitätserzeugung in Italien und der Aufbau der wichtigsten Erzeugungs-Konzerne. J. v. Rautenkrantz. *1325. *1375.

Die Energieversorgung der Österreichischen Bundesbahnen im Raume westlich von Salzburg. Nach H. Schmidt. 1379.

— — — Amerika.

Die Entwicklung der nordamerikanischen Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1936. 1018.

Digitized by Google

Entladung s. Theoret. Elektrotechnik.

Erdschluß und Erdschlußschutz (s. a. Meßkunde).
Störungen beim Betrieb von Erdschlußrelais im Anschluß an Meßwandler. W. Reiche. 1012. *Arch. 618.*
Erdschlüsse in Hochspannungsleitungen mit geerdetem Sternpunkt. Nach Gilkeson, Jeanne, Davenport u. Vaage. 1266.
Erfahrungen mit der vorbeugenden Prüfung von Hochspannungsnetzen durch Verlagern des Erdpunktes. Nach A. v. Schaubert. Vortr. 1330.
Erdschlußanzeige mittels Kabelumbauwandler und Drehwähler in Kabelnetzen mit nicht geerdetem Sternpunkt. G. Fischer. 1399.

Erdschlußspulen s. Drosselspulen.
Erdung s. Funkwesen, Überstromschutz.
Erwärmung s. Elektr. Maschinen, Wärmetechnik.
Explosionsgefährdung s. Bergbau, Theoret. Elektrot.

Fahrleitungen s. Bahnbau.
Fahrzeuge s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Lichttechnik, Schiffahrt.
Farbmessung s. Lichttechnik.
Faulgas s. Elektrizitätswerke.
Feld, elektr., s. Theoret. Elektrotechn.
Feld, magn. s. Elektr. Maschinen, Magnetismus.
Feldstärke s. Meßkunde.

Fernmeldetechnik s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Röhren, Verstärkertechnik.

Fernmessung und Fernsteuerung.
Die Fernsteuerung in Niederspannungsanlagen. Nach L. Schmitz. 805.
Fernwirktechnik (VDE-Bericht). 846.
Einführung zur VDE-Gruppe „Fernwirktechnik". W. Stäblein. 957. *Fachber. 165.*
Das Zusammenwirken von Fernbedienungs- u. Selbststeueranlagen. F. Jäger. 957. *Fachber. 166.*
Zeitgemäße und zweckentsprechende Anforderungen an Fernmeßanlagen. W. Fleischer. 957. *Fachber. 170.*
Mehrfachausnutzung von Hochfrequenz-Kanälen für Fernsprech- und Fernwirkanlagen. K. Riedel. 957. *Fachber. 174.*
Vorbedingungen und Anwendungsmöglichkeiten der „Transkommando"-Fernschaltung in Drehstromnetzen. Nach Jakob u. O. Heyl. 1117.
Erstmalige Fernsteuerung des Derimotors im Kranbetrieb. Nach E. Widman. 1298.
Bedeutung und Verbreitung der Alkali-Photozelle in lichtgesteuerten Anlagen. H. Briebrecher. *1351.

Fernrohre s. Lichttechnik.
Fernschreiber s. Telegraphenwesen.
Fernsehen s. Bildtelegraphie.

Fernsprechwesen (s. a. Funkwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Techn. Akustik, Verstärkertechnik).
— **Allgemeines.**
Ein Trägerfrequenzsystem auf Breitbandkabeln für 240 Gespräche. 770.
Elektrisches Nachrichtenwesen. (VDE-Bericht.) 855.

Fernsprechwesen.
Fernmeldebetriebszentralen der Reichsflugsicherung. F. Hentschel. *898.
Einführung zur VDE-Gruppe „Telephonie". F. Moench. 959. *Fachber. 211.*
60 Jahre Fernsprecher im öffentl. Nachrichtendienst. 1228.
Planung von Eisenbahn-Fernsprechanlagen. Nach E. Hettwig. 1267.
— **Fernsprechverkehr.**
Die Bezeichnung des Verkehrswertes in der Fernsprechtechnik. M. Langer. *1017.
Mehrfachfernsprechen in England. 1225.
Sekretärdienst für Sprechstellen in den V. S. Amerika. Nach H. R. White. 1324.
— **Fernsprechgeräte.**
Akustische Meßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Messungen an Fernsprechern. H. Panzerbieter. *735. *765.
Hysteresearme Massekernspulen. Nach M. Kersten u. H. Hesse. 1016.
Gebührenzählung während der Ferngespräche. Nach J. Boysen. 1039. B. 1072.
— **Selbstanschlußwesen.**
Zehn Jahre Erfahrungen in der Instandhaltung von Maschinenwählereinrichtungen in Spanien. Nach G. N. Saurwein u. M. Marin. 749.
Ein neuer Strowger-Wähler der englischen Postverwaltung. Nach J. Kleemann u. J. Molnar. 749.
Erdungen für Wählerämter in ländlichen Bezirken. Nach J. Dauvin. 1038.
Das Schrittwählersystem im Selbstwähler-Fernverkehr der Schweiz. Nach O. Moser. 1039.
— **Fernsprechstörungen.**
Zwischenstaatliche Beratungen im Jahr 1936 über Fragen des Schutzes von Fernmeldeanlagen gegen Beeinflussung durch Starkstrom. Nach P. Jäger. 1015.
Die Entwicklung der Starkstromanlagen und ihre Rückwirkung auf den Fernmeldebetrieb. Nach P. B. Frost. 1147.

Fernsteuerung s. Fernmessung.
Fernwirkanlagen s. Fernmessung.
Festigkeit, elektr., s. Theoret. Elektrotechnik, Transformatoren.
Feuermelder s. Signalwesen.
Filter s. Funkwesen, Gasreinigung, Lichttechnik, Theoret. Elektrot.
Flugsicherung s. Fernsprechwesen, Funkwesen.
Flugwesen s. Luftfahrt.
Flüssigkeitsgrad s. Meßkunde.
Freistrahlschalter s. Schaltgeräte.
Freileitungen s. Leitungen.
Freiluftaufstellung s. Elektr. Masch.
Frequenz s. Meßkunde, Regelung.
Funkenstrecke s. Meßk., Übersp.-Schutz.
Funkmutung s. Bergbau.

Funkwesen (s. a. Bildtelegraphie, Hochfrequenztelephonie, Meßkunde, Röhren, Techn. Akustik, Theoret. Elektrotechnik, Verstärkertechnik).
— **Allgemeines.**
Elektrisches Nachrichtenwesen. (VDE-Bericht.) 855.
Einführung zur VDE-Gruppe „Funktechnik". H. Faßbender. 960. *Fachber. 223.*
Internat. Kongreß für Kurzwellen in Physik, Biologie und Medizin, Wien, 12. bis 17. 7. 1937. V. Fritsch. 1147.

Funkwesen.
Die 4. Tagung des Zwischenstaatlichen Beratenden Ausschusses für den Funkbetrieb (CCIR) in Bukarest. 1190.
Ausgleich von Schwankungen der Zeichenstärke. Nach A. L. Green u. G. Builder. 1269.
Phasenschwundausgleich beim Funkweitverkehr. Nach A. L. Green u. O. C. Pulley. 1269.
Die günstigste Bandbreite drahtloser Telegraphieverbindungen. Nach P. Kotowski. Vortr. 1392.
— **Wellenausbreitung.**
Über Beziehungen der Ionosphärenschichten zu meteorologischen Einflüssen. Nach G. Leithäuser u. B. Beckmann. 933.
Drahtlose Telephonie mit Dezimeterwellen. Nach R. Luthi. 987.
Wellenausbreitung in der drahtlosen Telegraphie und Oberflächenwelle. Nach Ch. R. Burrows. 1039.
Beugung und Brechung von Ultrakurzwellen. Nach T. L. Eckersley. 1200.
Der Fernempfang ultrakurzer elektromagnetischer Wellen. Nach E. Fendler. 1225.
Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen. Nach H. Plendl u. G. Eckart. Vortr. 1392.
— **Funkverbindungen.**
Sprechverkehr mit 68 cm-Wellen. Nach K. Morita. 1269.
— **Rundfunk.**
Die Versorgung von Teilnehmern mit Rundfunkprogrammen über Leitungen mittels Trägerwellen. Nach E. Buchmann. 822.
Der Aufbau u. elektr. Übertragungszustand des deutschen Rundfunkleitungsnetzes. H. Ribbeck. 959. *Fachber. 212.*
Rundfunkteilnehmer in Deutschland. 1380.
— **Funkstörungen.**
Versuch zur Rundfunkentstörung einer Hochspannungsleitung auf einem begrenzten Abschnitt. F. Conrad. *813.
Störbeeinflussung der Rundfunk-Empfangsanlage und Erdung des Antennentragrohres. F. Bergtold. *817.
Ergebnisse der CISPR-Sachverständigen-Tagung in Brüssel vom 15. bis 17. März 1937. H. Harbich. 820.
Erweiterung des gesetzlichen Schutzes gegen Störung des Rundfunkempfanges in Österreich. Nach G. Pfeuffer. 823.
Falsch geschaltete Störschutzkondensatoren. B. Ránky. 1146.
Ist der Luxemburgeffekt eine Täuschung? Nach D. E. Forster. 1196.
Ausgleich von Schwankungen der Zeichenstärke. Nach A. L. Green u. G. Builder. 1269.
Phasenschwundausgleich beim Funkweitverkehr. Nach A. L. Green u. O. C. Pulley. 1269.
— **Funkstationen.**
Funksenderzentralen der Reichsflugsicherung. L. Benkert. *909.
Bordfunkgeräte auf Verkehrsflugzeugen. R. Brüger. *915.
Untersuchungen an Erdern von Funksendeanlagen. F. Vilbig. 959. *Fachber. 230.*
Drahtlose Telephonie mit Dezimeterwellen. Nach R. Luthi. 987.

Digitized by Google

Funkwesen.
Trägersteuerung am Großrundfunksender Leipzig. Nach H. Brückmann u. R. Seidelbach. 1166.
Gemeinschaftsantennensystem für Rundfunkverteilung. Nach C. W. Earp u. S. Hill. 1196.
Vergleichende Untersuchungen an Stabantennen. H. Röhl. *1345.
Neuer Rundfunksender in Argentinien. 1374.
— **Funksender.**
Trägersteuerung am Großrundfunksender Leipzig. Nach H. Brückmann u. R. Seidelbach. 1166.
Ein Spannungsregler für Magnetfeldsender. Nach C. G. A. v. Lindern. 1402.
Über den Temperaturausgleich von Steuersendern. Nach N. Schöller. 1403.
— **Funkempfänger.**
Messungen an Rundfunkempfängern. H. Jungfer u. H. Köpke. *809. 821.
Die Bedeutung der Antennenkapazität für geschirmte Rundfunk-Empfangsanlagen. F. Bergtold. *1007.
Superhetempfänger. 1050.
Bandbreitenregelung. 1050. 1146.
Wege zum selbständigen Auffinden und Einregeln von Maxima- und Minima-Bedingungen physikalischer Größen. Nach W. Knopfmacher. 1200.
Urdoxwiderstände als Lautstärkenregler. Nach Diefenbach. 1350.
— **Verschiedene Funkgeräte.**
Hochwertige Filter bis zu Trägerfrequenzen von 60 kHz. G. Häßler. 959. *Fachber. 217.*
Quarzfilter mit regelbarer Bandbreite. Nach W. Kautter. 1146.
Ein Beitrag zum Mehrwelligkeitsproblem von piezoelektr. Quarzscheiben. Nach K. Balzer. 1167.
Quarzkeilresonator. Nach A. Guerbilsky. 1167.
— **Funkpeilung.**
Bodenpeilstellen der Reichsflugsicherung. W. Robra. *901.
Landefunkfeuer der Reichsflugsicherung H. J. Zetzmann. *904.
Der Funkpeilkompaß und seine Anwendung in der Luftfahrt. Nach H. Busignies u. B. Damyanovitch. 1349.
— **Verschiedene Anwendungen.**
Vor 25 Jahren: Das deutsche Kolonial-Funknetz. C. W. Doetsch. 823.
Flugsicherung und Luftverkehr. F. W. Petzel. *894.
Die Überseefunkstelle der Reichsflugsicherung in Hamburg/Quickborn. H. Friedrich. *907.
Neue Wetterempfangs- und Steuerzentrale der Reichsflugsicherung. Nach H. J. Zetzmann. 920.
Polizeifunkdienst in den V. S. Amerika. Nach E. L. White u. E. C. Denstaedt. 1197.
Ein neues Verfahren der Doppelsendung im Seefunkbetrieb. Nach A. I. A. Gracie. 1245.
Die elektr. Holztrocknung. 1297.
Die heutige und zukünftige Anwendung der Elektrotechnik in der Luftfahrt. Nach W. V. Boughton. 1401.

Gasentladung s. Lichttechnik, Röhren, Stromrichter, Theoret. Elektrot.

Gasreinigung.
Ein neues Elektrofilter. 1294.

Gebühren s. Fernsprechwesen.
Gegeninduktivität s. Theoret. Elektrot.
Generatoren s. Elektr. Masch., Meßkd.
Geobotanik s. Leitungen.

Geologie.
Zum Prinzip der Widerstandsverfahren der Funkmutung. V. Fritsch. *1241.

Geräusche s. Techn. Akustik.
Geschäftl. Mitteilungen s. Abt. A V.

Geschichte.
Luigi Galvani. H. Schimank. *1059.
40 Jahre Dieselmotor. 1168.
Jubiläum des Drehstroms. 1200.
Zehn Jahre Fachnormenausschuß für Bibliotheks-, Buch- und Zeitschriftenwesen. 1200.
60 Jahre Fernsprecher im öffentl. Nachrichtendienst. 1228.
Jubiläum der Lichttechnik in Ungarn. 1270.
10 Jahre Bildtelegraphie. 1302.
Stadtrohrpost in Berlin. 1302.
Erneuerung der ältesten 100 kV-Schaltanlage in Europa. 1302.
Elektrostatischer Hochspannungsgenerator. 1403.

Gesetze s. Rechtspflege.
Gewerblich. Rechtsschutz s. Rechtspflege.
Gewitter s. Überspannung.
Gitter s. Stromrichter.
Glashaut s. Leitungen.
Gleichlauf s. Maschinenantrieb.
Gleichrichter s. Stromrichter.
Gleichstrommaschinen s. Elektr. Masch.
Gleislose Bahnen s. Bahnbau.
Gleitfunken s. Theoret. Elektrot.
Glimmentladung s. Theoret. Elektrot.
Glühofen s. Wärmetechnik.
Gründungen s. Leitungen.

Handelsregister s. Abt. A V, Gesch. Mitt.
Hebezeuge s. Maschinenantrieb.
Hefnerkerze s. Lichttechnik.
Heizung s. Wärmetechnik.
Hochfrequenz s. Funkwesen, Meßkunde, Röhren, Theoret. Elektrot., Verstärkertechn.

Hochfrequenztelephonie.
Die Versorgung von Teilnehmern mit Rundfunkprogrammen über Leitungen mittels Trägerwellen. Nach E. Buchmann. 822.
Einführung zur VDE-Gruppe „Fernwirktechnik". W. Stäblein. 957. *Fachber. 165.*
Mehrfachausnutzung von Hochfrequenzkanälen für Fernsprech- und Fernwirkanlagen. K. Riedel. 957. *Fachber. 174.*
Der Wellenmangel in der EW-Telefonie und Wege zu seiner Beseitigung. R. Baranowsky. 957. *Fachber. 179.*
Die Mittelfrequenztelegrafie. A. Arzmaier u. V. Zahrt. 959. *Fachber. 201.*
Die selbsttätige Pegelhaltung und der Ausgleich der Dämpfungsverzerrungen der Leitungen beim trägerfrequenten Weitfernsprechen über Freileitungen. K. Scherer. 959. *Fachber. 215.*
Neuerungen in der Hochfrequenztelephonie für Elektrizitätswerke. Nach B. Kleebinder. 1324.

Hochschulen s. Unterricht.

Hochspannung s. Isolatoren, Leitungen, Meßkunde, Schaltanlagen, Schaltgeräte, Theoret. Elektrot., Transformatoren, Überspannung, Überstrom.
Höhenstrahlung s. Physik.
Hubmagnet s. Magnetismus.

Hütte und Walzwerk.
Die Erzeugung von synthetischem Roheisen. 748.
Der Tysland-Hole-Ofen für die Eisenerz-Verhüttung. 748.
Ein Lichtbogenofen mit hohlen Elektroden. Nach D. M. Scott u. A. W. F. Green. 770.
Stromrichter für Walzwerkantriebe. K. Baudisch. 955. *Fachber. 122.*
Ein Hüttenkraftwerk im Sinne einer fortschrittlichen Energiewirtschaft. Nach G. Hubel. 1194.
Die Leistungsabstufungen der Ilgner-Gruppen und der äquivalenten Synchron-Gruppen zum Antrieb von Reversierstraßen. Nach F. Punga. 1225.

Hysterese s. Magnetismus.

Ignitron s. Stromrichter.
Ilgner s. Maschinenantrieb.
Induktivität s. Theoret. Elektrot.
Industrie s. Abt. A V, Gesch. Mitt.

Ingenieure.
Der Jungingenieur in den V. S. Amerika. 994.
Redner-Seminar für Jungingenieure. 1305.

Insektenvertilger s. Maschinenantr.
Installateur s. Unterricht.

Installationswesen (s. a. Schaltgeräte, Stoffkunde).
Die Betriebsbeanspruchungen elektr. Flugzeugbordgeräte. H. Vollhardt. 960. *Fachber. 238.*
Der VDE auf der 4. Reichsnährstands-Ausstellung in München 1937. Th. Teinert. 1115.
Die heutige und zukünftige Anwendung der Elektrotechnik in der Luftfahrt. Nach W. V. Boughton. 1401.

Institute.
Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1936. 1015.
50 Jahre Physikalisch-Technische Reichsanstalt. 1090.
Centro Volpi di Elettrologia. 1168.
Das Institut für Elektrotechnik 2 der Technischen Hochschule zu Aachen. H. Hess. *1209.
Typisierung der gummifreien nichtkeramischen Isolierpreßstoffe. 1254.

Ionisierung s. Theoret. Elektrot.
Ionosphäre s. Funkwesen.
Irrströme s. Bahnbau, Theor. Elektrot.

Isolatoren.
Stoßspannungs-Überschlagwerte von Isolatoren und techn. Anordnungen. Nach J. C. Dowell u. C. M. Foust. 826.
Die Stoßüberschlagspannung des Stützers und ihre Beeinflussung durch Einbau und Formgebung. W. Weber. 952. *Fachber. 26.*
Die Sicherheit elektr. Anlagen gegenüber Stoßspannungen. R. Rebhan. *1177.
Über den Sicherheitsgrad von Hochspannungsanlagen. V. Aigner. *1257.
Innenraumstützer mit versenkten Elektroden. Nach H. Puppikofer. 1323.

Digitized by Google

Isolierstoffe s. Stoffkunde.
Isolierte Leitungen s. Leitungen.

Jubiläum s. Geschichte, Unterricht, Abt. A II, Persönliches u. A V, Gesch. Mitt.
Jungingenieure s. Ingenieure.

Kabel s. Leitungen.
Kapazität s. Kondensatoren.
Karbidofen s. Wärmetechnik.
Kardiographie s. Meßkunde.
Kathodenoszillograph s. Meßkunde.
Keramiken s. Stoffkunde.
Kessel s. Dampfkessel.
Kirchen s. Techn. Akustik.
Klemmen s. Leitungen.
Klimaanlagen s. Bahnbau, Wärmet.
Kochgeräte s. Wärmetechnik.
Kommutator s. Elektr. Maschinen.
Kompaß s. Funkwesen.
Kompensator s. Meßkunde.

Kondensatoren (s. a. Theor. Elektrot.).
Höchstspannungskondensatoren und ihre Anwendung in Großkraftübertragungen. W. Rambold. 951. *Fachber. 14.*
Kondensatoren für Verteilernetze. Nach R. E. Marbury. 983.
Netzverstärkung durch Kondensatoren. H. Schulze. Brf. 1023.
Verbesserte Spannungshaltung durch Reihenkondensatoren. Nach R. C. Buell. 1117.
Die Kapazität einer einlagigen Spule. Nach E. Hallén. 1120. *Arch. 690.*
Phasenschieber-Kondensatoren in Überlandnetzen. P. Altbürger. *1121. *1169.
Parallelkondensatoren in Verteilernetzen. Nach S. Wright. 1143.
Verwendung von Kondensatoren zur Auslösung von Schaltern. Nach L. W. Dyer. 1265.
Probleme bei der Verwendung von Reihen-Kondensatoren. Nach J. W. Buttler u. C. Concordia. 1321.
Über Zeitkonstanten von Hochspannungskondensatoren. E. Horst. 1373. *Arch. 827.*

Kongresse s. Tagungen.
Korona s. Leitungen.
Kosten s. Elektrizitätswerke, Leitungen.

Kraftfahrzeuge (s. a. Lichttechnik).
Die Elektrowagen der Städt. Elektrizitätswerke Wien. Nach W. Horwatitsch. 797.
Gleislose Fahrzeuge. (VDE-Bericht.) 850.
Elektromechan. Arbeitsübertragung für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Nach J. Bilek. 1089.
Sind Batterien in Oberleitungs-Omnibussen von Wert? Nach P. M. Sanders. 1119.
Die Zukunft der Elektrowagen. Nach M. Armstrong u. J. C. Owen. 1298.

Kraftübertragung s. Leitungen.
Kraftwerke s. Elektrizitätswerke.
Kran s. Maschinenantrieb.
Küche s. Wärmetechnik.
Kühler s. Elektr. Maschinen.
Kunststoffe s. Stoffkunde.
Kupfer s. Leitungen.
Kurvenanalyse s. Mathematik.
Kurvenform s. Theoret. Elektrot.
Kurzschluß s. Überstrom.
Kurzschlußläufer s. Elektr. Masch.

Ladung s. Akkumulatoren.
Lager s. Elektr. Maschinen, Meßk.
Lampen s. Lichttechnik.

Landwirtschaft.
Elektr. Trinkwasserheizung für Hühner. Nach A. v. Stratum. 749.
Der VDE auf der 4. Reichsnährstands-Ausstellung in München 1937. Th. Teinert. 1115.

Lärm s. Techn. Akustik.
Leistung s. Meßkunde, Regelung.
Leistungsfaktor s. Wärmetechnik.
Leitfähigkeit s. Leitungen, Theor. Elektr.
Leitsätze des VDE s. Abt. A IV.

Leitungen (s. a. Bahnbau).
— **Allgemeines.**
Erster Bericht über die Stabilität von Kraftübertragungsanlagen. 768.
Leitungsbau. (VDE-Bericht.) 847.
Einführung zur VDE-Gruppe „Betrieb von Netzen". H. Schulze. 951. *Fachber. 13.*
Die Umschaltung von 3×220 Volt auf 380/220 Volt als wirtschaftl. Verfahren zur Leistungssteigerung im Niederspannungsnetz städt. Randgebiete. E. v. Wiarda. 952. *Fachber. 30.*
Einführung zur VDE-Gruppe „Leitungen". W. Zschintzsch. 952. *Fachber. 33.*
Praktische Ergebnisse über Ausführung und Kosten von Überlandleitungen. Nach M. O. Swanson. 1087.
Verbesserung der Unsymmetrie der Spannungen oder Lastausgleich in einem unsymmetrisch belasteten Drehstromnetz. Nach A. Maret. 1369.
— — **Elektr. Leitungs- u. Netzberechnung.**
Bekämpfung von Oberwellen in ausgedehnten Netzen. E. Scharstein. *729.
Erster Bericht über die Stabilität von Kraftübertragungsanlagen. 768.
Höchstspannungskondensatoren und ihre Anwendung in Großkraftübertragungen. W. Rambold. 951. *Fachber. 14.*
Kondensatoren für Verteilernetze. Nach R. E. Marbury. 983.
Netzverstärkung durch Kondensatoren. H. Schulze. Brf. 1023.
Parallelkondensatoren in Verteilernetzen. Nach S. Wright. 1143.
Spannungshaltung in Niederspannungsnetzen. 1243.
Niederspannungs-Netzregelung mit Spartransformatoren. W. Wilshaus. *1247.
Belastung und Stützung des Sternpunktes in Netzen mit Spartransformatoren. K. Faye-Hansen. Brf. 1256.
— H. Gugal. Brf. 1256.
— — **Leiterwerkstoff.**
Über die elektr. Leitfähigkeit von Aluminium für Freileitungen. Nach A. Schulze. 772.
Umstellung der Schaltgeräte und des Installationsmaterials für die Verwendung von Aluminiumleitungen. W. Höpp. 955. *Fachber. 95.*
Schwingungsversuche mit Stahlaluminium- und Kupferhohlseilen für Hoch- und Höchstspannungsleitungen. Nach P. Behrens u. H. Hutter. 1035.
Al-Verbindungen in der Elektrotechnik. Nach W. Büngner u. W. Hammerschmidt. 1064. B. 1232.
— — **Korona.**
Untersuchungen am Koronamotor. Nach H. Teichmann. 771.

Leitungen.
Theoretische Untersuchung der Gleichspannungs-Korona im konaxialen Zylinderfeld. H. Prinz. 1226. *Arch. 756.*
Die Verformung von Wanderwellen durch Korona. Nach H. H. Skilling u. P. de K. Dykes. 1300.
— **Freileitungen** (s. a. Isolatoren).
Rauhreifgebiete und Geobotanik. Nach E. Groß. 745.
Versuch zur Rundfunkentstörung einer Hochspannungsleitung auf einem begrenzten Abschnitt. F. Conrad. *813.
Seilspannklemme. 931.
Spannungsprüfungen an Hochspannungsfreileitungen. F. Thauer. 952. *Fachber. 21.*
Schwingungsversuche mit Stahlaluminium- und Kupferhohlseilen für Hoch- und Höchstspannungsleitungen. Nach P. Behrens u. H. Hutter. 1036.
Graphische Hilfsmittel zur Spannungsberechnung bei Drehstrom-Freileitungen. K. Kohler. *1051.
Al-Verbindungen in der Elektrotechnik. Nach W. Büngner u. W. Hammerschmidt. 1064. B. 1232.
Das Fetten von Freileitungsseilen. Nach P. Behrens. 1087.
Praktische Ergebnisse über Ausführung und Kosten von Überlandleitungen. Nach M. O. Swanson. 1087.
Zwei interessante Rauhreiffälle an der 150 kV-Gotthardleitung. Nach P. Gervasoni u. R. Grezet. 1191.
Magnetische Zusatzverluste bei dreiphasigen Hochspannungsleitungen. Nach Ch. Jean-Richard. 1193. B. 1308.
Neuere amerikanische Untersuchungen über Gewittereinflüsse auf Kraftübertragungs-Anlagen. H. Grünewald. *1213. *1238. B. 1308.
Bruchlastfaktor und mechan. Sicherheit bei der Berechnung von Freileitungen. Nach S. Alber. 1221.
Über Schwingungen von Freileitungsseilen. Nach E. Jaquet. 1295.
— **Maste.**
Wirtschaftl. Gründungen für Hochspannungsleitungen. P. Perlick. 952. *Fachber. 34.*
— — **Kabel, Allgemeines.**
Al-Verbindungen in der Elektrotechnik. Nach W. Büngner u. W. Hammerschmidt. 1064. B. 1232.
— **Starkstromkabel.**
Eine Kabellinie für 150 kV. Nach L. Fargeas. 767.
Ausnutzung von vorhandenen Kabeln unter Benutzung des Bleimantels als vierten Leiter. V. Aigner. 952. *Fachber. 37.*
Das Ausbrennen von Fehlern in Netzen mit Aluminiumkabeln. W. v. Mangoldt. 952. *Fachber. 41.*
Gewitterstörungen an Erdkabeln. G. Lehmann. 952. *Fachber. 46.*
Absatzloses Aufpressen von Kabelbleimänteln. Nach P. Dunsheath. 1011.
Erfahrungen mit einem 27 kV-Kabel mit Druckbandage-Mantel aus Gummi (Band-Druckkabel). Nach E. R. Thomas. 1265.
20 000 V-Muffenbau unter Wasser. Nach M. Troisch. 1320.
Neue Ölkabelanlagen in Chicago. Nach H. Halperin u. G. B. Shanklin. 1322.
Erfahrungen mit Kabeln ohne Metallmantel. 1322.

Digitized by Google

Leitungen.
Mikroskopische Prüfung des Kabelaufbaus. 1324.
— **Fernmeldeleitungen.**
Ein Trägerfrequenzsystem auf Breitbandkabeln für 240 Gespräche. 770.
Der Aufbau u. elektr. Übertragungszustand des deutschen Rundfunkleitungsnetzes. H. Ribbeck. 959. *Fachber. 212.*
Die Fernmelde-Kabelanlagen der Höllental- und Dreiseenbahn. Nach Dobmaier. 1038.
Die hochfrequente Wirbelströmung im kreiszylindrischen Schirmleiter verdrillter Leiterpaare. H. Buchholz. 1120. *Arch. 507.*
Fernsehkabel. 1166.
— **Isolierte Leitungen.**
Glashaut zur Isolation von Leitungen. 767.
Leitungen mit Kunststoffisolation in Starkstromanlagen. 1036.

Leuchtbild s. Schaltanlagen.
Leuchten s. Lichttechnik.
Lichtbogen s. Theoret. Elektrot., Wärmet.

Lichttechnik.
— **Allgemeines.**
Lichttechnik. (VDE-Bericht.) 854.
Jubiläumstagung der deutschen Lichttechn. Gesellschaft. H. G. Frühling. *1288.
— **Sehvermögen und Lichtwirkung.**
Die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges. Nach W. Arndt. 797.
Die spektrale Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges. Nach A. Dresler. 1012.
— **Lichtmessung.**
Eine Verbesserung der Hefnerkerze. Nach E. Gehrke, M. Goebert u. C. Müller. 769.
Präzisionsphotometrie von Glühlampen mit Selen-Sperrschichtzellen. Nach F. Buchmüller u. H. König. 985.
Flimmer-Photometer. Nach R. Sowig. 1012.
Ein verbessertes Farbmeßgerät. Nach M. Richter. 1013.
Photoelektr. Beleuchtungsmesser. 1223.
Heterochrome Photometrie. 1289.
— **Photozellen.**
Präzisionsphotometrie von Glühlampen mit Selen-Sperrschichtzellen. Nach F. Buchmüller u. H. König. 985.

Lichttechnik.
Über die photoelektr. Fourier-Analyse eines gegebenen Kurvenzuges. Nach G. v. Békésy. 1166.
Photoelektr. Führung astronomischer Fernrohre. Nach A. E. Whithford u. G. E. Kron. 1193.
Neue Versuche zur Angleichung der spektralen Empfindlichkeit der Sperrschichtzelle an die spektrale Hellempfindlichkeit des Auges. Nach O. H. Knoll. Vortr. 1289.
Einschaltung der Straßenbeleuchtung durch Photozellen-Relais. 1346.
Bedeutung und Verbreitung der Alkali-Photozelle in lichtgesteuerten Anlagen. H. Briebrecher. *1351.
— **Gasentladungslampen.**
Technischer Stand der Metalldampflampen für Allgemeinbeleuchtung. K. Larché u. M. Reger. *761. *790.
Schalterlampe. 984.
Quecksilberdampflampe für stroboskopische Messungen. 1224.

Lichttechnik.
Über die mit der Gasentladung physikalisch erreichbare Lichtausbeute und ihre lampentechnische Verwirklichung. Nach H. Krefft. Vortr. 1289.
Wassergekühlte Quecksilberdampflampen. Nach E. G. Dorgelo. 1297.
— **Leuchten.**
Filter zur Erzeugung künstlichen Tageslichtes. Nach H. P. Gage u. N. Macbeth. 1145.
— **Entwurf von Beleuchtungen.**
Fortschritte der Beleuchtungstechnik in den V. S. Amerika im Jahre 1936. Nach W. C. Brown. 1037.
Gleichförmige Beleuchtung durch Lichtquellen geeigneter Lichtverteilung. Nach H. R. S. McWhirter. 1223.
Die Beleuchtungsentwicklung in Deutschland und im Ausland. Nach B. Seeger u. J. Schaer. Vortr. 1288.
Wandel der Anschauung bei der Bewertung von Beleuchtungsanlagen. Nach W. Arndt. Vortr. 1289.
Beleuchtungsplanung. 1289.
— **Verkehrsbeleuchtung.**
Eine neue Straßenbeleuchtungsanlage mit Natriumdampflampen. Nach J. Wetzel. 825.
Befeuerungsanlagen für Flughäfen und Flugstrecken. F. Nickel. *913.
Die Anwendung des Natriumlichtes für Landstraßenbeleuchtung. Nach G. A. Eddy. 1225.
Zukunftsaufgaben der deutschen Lichttechnik. Nach H. Stephan. Vortr. 1288.
Befeuerung der San Franzisko—Oakland Bay-Brücke. Nach P. B. Garrett. 1297.
Einschaltung der Straßenbeleuchtung durch Photozellen-Relais. 1346.
— **Innenbeleuchtung.**
Das Licht auf der Bühne. Nach E. Jahn. Vortr. 1289.

Literatur s. Abt. A III, Schrifttum.
Lokomotiven s. Bahnbau.
Löschkammer s. Schaltgeräte.
Löten s. Wärmetechnik.
Lüfter s. Maschinenantrieb.

Luftfahrt.
Flugsicherung und Luftverkehr. F. W. Petzel. *894.
Fernmeldebetriebszentralen der Reichsflugsicherung. F. Hentschel. *898.
Bodenpeilstellen der Reichsflugsicherung. W. Robra. *901.
Landfunkfeuer der Reichsflugsicherung. H. J. Zetzmann. *904.
Die Überseefunkstelle der Reichsflugsicherung in Hamburg/Quickborn. H. Friedrich. *907.
Funksenderzentralen der Reichsflugsicherung. L. Benkert. *909.
Befeuerungsanlagen für Flughäfen und Flugstrecken. F. Nickel. *913.
Bordfunkgeräte auf Verkehrsflugzeugen. R. Brüger. *915.
Flugwetterdienst. K. Bringmann. *917.
Neue Wetterempfangs- und Steuerzentralen der Reichsflugsicherung. Nach H. J. Zetzmann. 920.
Einführung zur VDE-Gruppe „Luftfahrt". F. Polenz. 960. *Fachber. 238.*
Die Betriebsbeanspruchungen elektr. Flugzeugbordgeräte. H. Vollhardt. 960. *Fachber. 238.*
Der Funkpeilkompaß und seine Anwendung in der Luftfahrt. Nach H. Busignies u. B. Damyanovitch. 1349.

Luftfahrt.
Die heutige und zukünftige Anwendung der Elektrotechnik in der Luftfahrt. Nach W. V. Boughton. 1401.

Luxemburg-Effekt s. Funkwesen.

Magnesia s. Wärmetechnik.

Magnetismus (s. a. Meßkunde).
— **Theorie.**
Die Verfahren zur Bestimmung physikalischer Felder in elektr. Maschinen. Nach E. Roth. 746.
Elektrophysik (einschl. Elektroakustik). (VDE-Bericht.) 860.
Zur Definition des Curiepunktes. Nach A. Kußmann u. A. Schulze. 934.
Magnetische Nachwirkung und innere Spannung. Nach H. Kindler. 1064.
Magnetische Zusatzverluste bei dreiphasigen Hochspannungsleitungen. Nach Ch. Jean-Richard. 1193. B. 1308.
Wattverlust-Prüfgerät für Blechstreifen. Nach T. G. Smith. 1296.
Nickel-Eisen-Legierungen mit hoher Permeabilität. Nach W. F. Randall. 1301.
Mechanisch weiche Dauermagnetlegierungen aus Kupfer, Nickel und Eisen. Nach H. Neumann, A. Büchner u. H. Reinboth. 1301.
Änderung der Sättigungsmagnetisierung durch allseitigen Druck. Nach H. Ebert u. A. Kußmann. 1301.
Spulen mit Massekernen. M. Kersten. *1335. *1364.
Hysteresisverluste bei hohen Induktionen. Nach H. J. Roberts. 1369.
— **Anwendungen.**
Die Dämpferwicklung bei Einphasen-Wechselstrom-Hubmagneten. Nach F. Unger. 795.
Der einseitige magnetische Zug und seine mechanische Wirkung. Nach J. Soukenik. 1322.

Magnetron s. Röhren.
Manganin s. Stoffkunde.
Maschinen s. Bahnbau, Brennkraftmaschinen, Dampfturbinen, Elektr. Maschinen, Maschinenantrieb, Transformatoren.

Maschinenantrieb (s. a. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Schiffahrt).
— **Allgemeines.**
Die Elektrizität in der Industrie (VDE-Bericht). 852.
Einführung der VDE-Gruppe „Antriebe". G. Lesch. 955. *Fachber. 121.*
Der elektr. Antrieb in explosionsgefährdeten Räumen. U. Weber. 955. *Fachber. 133.*
Über die Anwendung von Stromrichtern für motorische Antriebe. Nach H. Anschütz u. M. Stöhr. 1087.
Gleichlauf elektr. Antriebe. Nach L. E. Miller. 1268.
Wege und Ziele der heutigen Antriebstechnik. F. Oertel. Brf. 1384.
— **Hebezeuge.**
Erstmalige Fernsteuerung des Derimotors im Kranbetrieb. Nach E. Widman. 1298.
— **Förderanlagen.**
Staubsauger für Motorenreinigung. 1374.
Vorrichtung zum Vernichten von Insekten. 1374.

Digitized by Google

Maschinenantrieb.

— **Werkzeugmaschinen.**

Der Einfluß eines Schwungrades auf die Arbeitsweise des Antriebsmotors einer Kurbelpresse. R. Thiele. 955. *Fachber. 125.*

Der Elektro-Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen. H. Birett. *1065.

— — **Hütte und Walzwerk.**

Stromrichter für Walzwerkantriebe. K. Baudisch. 955. *Fachber. 122.*

Die Leistungsabstufungen der Ilgner-Gruppen und der äquivalenten Synchron-Gruppen zum Antrieb von Reversierstraßen. Nach F. Punga. 1225.

— **Verschiedene Antriebe.**

Fortschritte und Erfahrungen bei elektr. Antrieben von Druckmaschinen. W. Puppe. *969.

Klimaanlagen. 986.

Fortschritte und neuere Erfahrungen bei elektr. Einrichtungen von Druckereibetrieben. F. Oertel. 996.

Regelbarer Ringspinnmaschinen-Antrieb. Nach G. Starbäck. 1402.

Massekerne s. Theoret. Elektrot.
Maste s. Leitungen.

Mathematik.

Über ein graphisches Verfahren zur Integration von Differentialgleichungen der Elektrotechnik. P. Böning. 933. *Arch. 545.*

Über die photoelektr. Fourier-Analyse eines gegebenen Kurvenzuges. Nach G. v. Békésy. 1166.

Geometrischer Rechenschieber für Berechnung von Spannungsabfällen und für geometrische Additionen. 1167.

Medizin (s. a. Röntgentechnik).

Untersuchung von Nervenaktionsströmen und zeitlich ähnlich gearteten technischen Vorgängen. Nach W. Schmitz. 988.

Neue elektrokardiographische Registrierverfahren. Nach E. H. Hollmann u. W. Hollmann. 1088.

Messen s. Ausstellungen.

Meßkunde (s. a. Fernmessung. Lichttechnik, Prüfämter, Prüfeinrichtungen).

— **Allgemeines.**

Meßtechnik (VDE-Bericht). 858.

Einführung zur VDE-Gruppe „Meßtechnik". G. Pfestorf. 958. *Fachber. 184.*

Die Betriebsbeanspruchungen elektr. Flugzeugbordgeräte. H. Vollhardt. 960. *Fachber. 238.*

Aufklärung von Betriebsvorfällen in Hochspannungsnetzen. H. Grünewald. *1077.

Prüf- und Versuchsfelder.

Das Hochleistungsversuchsfeld der General Electric Company in Witton. 745.

Berechnung elektr. Stoßgeneratorkreise. Nach A. B. Lewis. 749.

Erzeugung von Hochspannung aus einer Gleichstromquelle. Nach A. Piekara u. J. Kryczkowski. 769.

Hochspannungsprüfsätze für Normalfrequenz. Nach Har. Müller. 1090.

Eine neue schlagwettergeschützte Netzprüfeinrichtung. 1145.

Ein Generator für 1500 kV Gleichspannung gegen Erde. Nach A. Bouwers u. A. Kuntke. 1164.

Meßkunde.

Die Sicherheit elektr. Anlagen gegenüber Stoßspannungen. J. Rebhan. *1177.

Oszillograph und Beobachter in einer Kugel bei 1 Million Volt gegen Erde. L. Binder. *1187.

Meßteiler für hohe Stoßspannungen. W. Raske. 1222. *Arch. 653. 732.*

Elektrostatische Hochspannungsgeneratoren. Nach A. Soulier. 1245.

Hochspannungsanlage für Versuche zur Kernaufspaltung. Nach H. R. Crane. 1324.

Stoßgenerator für 1400 kV gegen Erde in zwei Stufen. Nach K. Buß. 1400.

Elektrostatischer Hochspannungsgenerator (geschichtl. Hinweis). 1403.

— **Normale.**

Elektrische und thermische Untersuchungen an Manganin. Nach A. Schulze. 934.

— — **Strom-, Spannungs-, Leistungsmessg.**

— — — **Oszillographen.**

Störungsfreie Dreifach-Kardiographie. Nach H. E. Hollmann. 747.

Leistungsmessung mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. J. Mohr. 796. *Arch. 442.*

Messungen über das Nachleuchten von Elektronenstrahloszillogrammen an Schirmen mit langer Abklingzeit. Nach M. v. Ardenne. 984.

Untersuchung von Nervenaktionsströmen und zeitlich ähnlich gearteten technischen Vorgängen. Nach W. Schmitz. 988.

Neue elektrokardiographische Registrierverfahren. Nach H. E. Hollmann u. W. Hollmann. 1088.

Kontrastausgleich in Oszillogrammen mit stark wechselnder Schreibgeschwindigkeit. Nach H. E. Hollmann. 1118.

Dreifach-Kathodenstrahl-Oszillograph. K. Kasai u. I. Satoh. 1222. *Arch. 551.*

Das Absolutkardiogramm. Nach H. E. Hollmann u. W. Hollmann. 1266.

Helligkeitsmessungen an Zinksulfidschirmen bei Anregung durch Kathodenstrahlen. K. Scherer u. R. Rübsaat. 1350. *Arch. 821.*

— — — **Messung hoher Spannung.**

Eichung einer 50-cm-Kugelfunkenstrecke bei Betriebsfrequenz. Nach C. S. Sprague u. G. Gold. 1062.

Ein absolut eichbarer Hochspannungsmesser mit Dreifaden-Aufhängung. H. Winkelbrandt. 1144. *Arch. 672.*

Meßteiler für hohe Stoßspannungen. W. Raske. 1222. *Arch. 653. 732.*

Ein einfaches elektrostatisches Voltmeter für Hochspannung. Nach C. W. Lampson. 1245.

Abgeschirmte Kugelfunkenstrecke. Nach E. Pugno Vanoni u. C. Di Pieri. 1323.

— — — **Kompensatoren.**

Über verschiedene erweiterte Anwendungsmöglichkeiten von Stufenkompensatoren. W. Zschaage. 958. *Fachber. 189.*

Wechselstrom-Brücken und Kompensationsschaltungen mit selbsttätiger Abgleichung und Aufzeichnung. O. E. Nölke. 958. *Fachber. 191.*

Kompensationsmeßgeräte mit selbsttätiger Abgleichung. Nach F. Eichler. 1266.

Meßkunde.

— — **Versch. Messungen u. Meßgeräte.**

Leistungsmessung mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. J. Mohr. 796. *Arch. 442.*

Die Theorie und der Entwurf von Hitzdraht-Strommessern für Frequenzen von 25 bis 100 MHz. Nach C. L. Fortescue. 885.

Neue Wechselstrombrücke zur Feinmessung dielektr. Verluste. H.-J. Mau. 961. *Arch. 473.*

Leistungsmessung an Gasentladungen. Nach H. Schmellenmeier. 987.

Die Messung von Blitzstromstärken. E. Blum u. W. Finkelnburg. Brf. 1175.

Ein selbstaufzeichnendes Feldstärkenmeßgerät hoher Empfindlichkeit. Nach M. Ziegler. 1296.

Strommesser für Hochfrequenz. Nach H. Straubel. Vortr. 1392.

— **Arbeitsmessung (Elektrizitätszähler).**

Prüfungen u. Beglaubigungen s. Prüfämter.

Untersuchungen an Lagern für Elektrizitätszähler. Nach J. F. Kinnard. 796.

Die Werkstoffe in den neuzeitlichen Wechselstromzählern. W. Kesseldorfer. 958. *Fachber. 196.*

Verfahren zur Messung der störenden Drehmomente bei Elektrizitätszählern. Nach Bruckman u. Reynst. 1061.

Entwicklung eines neuzeitlichen Wattstundenzählers. Nach J. F. Kinnard u. H. E. Trekell. 1119.

Ein neuer Bürdenmesser. Nach W. Hohle. 1144.

Messung von kombiniertem Kraft- und Lichtverbrauch. Nach E. J. Boland. 1165.

Serien-Zählerprüfung mit Normalzähler. W. Kesseldorfer. *1261.

Dauerzähler zur Aufnahme von Dauerkurven. J. Kuusinen. Brf. 1383.

— W. Borgquist. Brf. 1384.

— — **Widerstandsmessung, Brücken.**

Die Gleichgewichtsbedingung von Wechselstrombrücken mit Gegeninduktivitäten. K. Potthoff. *793.

Neue Wechselstrombrücke zur Feinmessung dielektr. Verluste. H.-J. Mau. 961. *Arch. 473.*

Zum Prinzip der Widerstandsverfahren der Funkmutung. V. Fritsch. *1241.

Leitfähigkeitsmessungen in der Betriebskontrolle und Betriebsregelung. Nach O. Dobenecker. Vortr. 1391.

Temperatur-Kompensationsschaltungen bei p_H- und Leitfähigkeitsmessungen usw. Nach F. Lieneweg. Vortr. 1391.

Einige Beispiele für Brückenschaltungen mit Halbleiterwiderständen. Nach E. Weise. Vortr. 1393.

— — **Frequenzmessung, Stroboskope.**

Ein verbessertes Hochfrequenzstroboskop. Nach J. Kern. 769.

Neue Meßverfahren durch Verwendung des Frequenzzeigers im Ton- und Hochfrequenzgebiet. H. A. Wahl. 959. *Fachber. 235.*

Über ein hochempfindliches und trägheitsloses Frequenzmeßgerät. Nach W. Lutz. 1036.

Quecksilberdampflampe für stroboskopische Messungen. 1224.

Ein Wellenmesser höchster Genauigkeit. Nach H. H. Heinze. 1401.

Digitized by Google

Meßkunde
— **Hochfrequenzmessungen.**
Strommesser für Hochfrequenz. Nach H. Straubel. Vortr. 1392.
Ein Wellenmesser höchster Genauigkeit. Nach H. H. Heinze. 1401.
— **Magnetische Messungen.**
Ein neuer Magnetstahlprüfer. G. Nitsche u. J. Pfaffenberger. 958. *Fachber. 185.*
Dickenmessung von Nickelüberzügen. Nach A. Brenner. 1064.
Die Messung von Blitzstromstärken. E. Blum u. W. Finkelnburg. Brf. 1175.
Ein neues Gerät zur Messung magnetischer Feldstärken. Nach G. S. Smith. 1296.
Wattverlust-Prüfgerät für Blechstreifen. Nach T. G. Smith. 1296.
Eigenartige Erscheinungen bei der magnetischen Werkstoffprüfung. Nach O. Holtschmidt. 1301.
— **Temperaturmessung.**
Über den Fehler von Thermoelementen durch Wärmeableitung und über ein neues Dreischenkelelement für genaue Temperaturmessungen. Nach M. Tanaka u. K. Okada. 1266.
— **Schallmessung.**
Akustische Meßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Messungen an Fernsprechern. H. Panzerbieter. *735. *765.
Untersuchung der Schwingungssysteme von Fernsprechmikrophonen durch Messung · ihres komplexen Übertragungsmaßes. Nach C. Trage. 1195.
Fernsprechen in Lärm und Wind. W. Janovsky. *1289.
— **Messung verschiedener Größen.**
Umwandlung mechan. Schwingungen in elektrische. Nach H. Sell. 825.
Neue Quarzdruckmeßkammern. Nach S. Fahrentholz, J. Kluge u. H. E. Linckh. 934.
Dickenmessung von Nickelüberzügen. Nach A. Brenner. 1064.
Geräte zur Messung mechan. Schwingungen. Nach C. D. Greentree. 1244.
Neuartiges Gerät zur Messung des Flüssigkeitsgrades. Nach E. A. Zahn. 1244.
Meßverfahren zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls und der Dämpfung von Werkstoffen. Nach F. Förster. 1246.
Physikalische Meßverfahren der Technik. 1391.
Neuere Anwendungen des piezo-elektr. Meßverfahrens in der Ballistik. Nach H. Illgen. Vortr. 1393.
Meßwandler s. Transformatoren.
Metalle s. Stoffkunde.
Meteorologie s. Wetterkunde.
Mikrophon s. Techn. Akustik.
Motoren s. Bahnbau, Elektr. Masch., Kraftfahrz., Masch.-Antr., Schiffahrt.
Motorschutzschalter s. Schaltgeräte.
Müllbahn s. Bahnbau.
Mutung s. Geologie.

Nachrichtenwesen s. Bildtelegraphie, Fernsprech-, Funk-, Signal-, Telegraphenwesen, Hochfrequenztelephonie, Leitungen, Röhren, Verstärkertechn.
Natriumlicht s. Lichttechnik.
Netze s. Leitungen.
Normale s. Meßkunde.
Normen s. Abt. A IV, Verbandsnachr.
Nullung s. Überstromschutz.
Nutzbremsung s. Bahnbau.

Oberleitungsfahrzeuge s. Bahnbau.
Oberwellen s. Elektrizitätswerke, Leitungen, Stromrichter.
Obus s. Bahnbau.
Öfen s. Wärmetechnik.
Öle s. Theoret. Elektrotechnik.
Ölschalter s. Schaltgeräte.
Omnibus s. Bahnbau.
Oszillograph s. Meßkunde.

Parallelbetrieb s. Elektrizitätswerke.
Patente s. Rechtspflege.
Peilung s. Funkwesen.
Permeabilität s. Magnetismus.
Persönliches s. Abt. A II.
Phasenschiebung s. Kondensatoren.
Photometer s. Lichttechnik.
Photozellen s. Lichttechnik.

Physik (s. a. Magnetismus, Techn. Akustik, Theoretische Elektrotechnik).
Die Korpuskularnatur der Höhenstrahlung. Nach A. H. Compton. 771.
Periodische Temperaturschwankungen in elektr. Maschinen. Nach P. Waldvogel. 796.
Elektrophysik (einschl. Elektroakustik). (VDE-Bericht.) 860.
Koinzidenzmessungen des Breiteneffektes der Höhenstrahlung. Nach T. H. Johnson u. D. N. Read. 1228.
Die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen. Nach S. Erk, A. Keller u. H. Poltz. 1270.
13. Physiker- und Mathematiker-Tagung, Bad Kreuznach, 19. bis 24. Sept. 1937. E. Lübcke. *1391.
Physikalische Meßverfahren der Technik. 1391.
Physikalische Regelverfahren in der Technik. 1392.
Kernphysik (Vorträge vom Physikertag). 1393.

Piezoelektrizität s. Theor. Elektrot.

Preisausschreiben (s. a. Stiftungen).
Preisausschreiben der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung E. V., Berlin. Termin 1. 8. 1938. 1168.
Wettbewerb für eine wissenschaftl. Arbeit aus der Zeitmeßkunde und der Uhrentechnik. 1374.

Presse s. Maschinenantrieb.
Preßstoffe s. Stoffkunde.

Prüfämter (s. a. Institute).
Elektr. Prüfamt 24. 1223.
Elektr. Prüfamt 33. 1062.
Elektr. Prüfamt. 49. 1348.
Elektrisches Prüfamt 50. 1348.
Elektrische Prüfämter 47 und 48. 1371.
Prüfungen und Beglaubigungen. 747. 931. 961. 984. 1062. 1088. 1223. 1371.

Prüfeinrichtungen (s. a. Meßkunde, Schaltgeräte, Transformatoren).
Spannungsprüfungen an Hochspannungsfreileitungen. F. Thauer. 952. *Fachber. 21.*
Ein neuer Magnetstahlprüfer. G. Nitsche u. J. Pfaffenberger. 958. *Fachber. 185.*
Ein neues Sprechstellenprüfgerät. Nach H. Domsch u. O. Böhm. 1014.
Erfahrungen mit der vorbeugenden Prüfung von Hochspannungsnetzen durch Verlagern des Erdpunktes. Nach A. v. Schaubert. Vortr. 1330.

Prüfeinrichtungen
Vorschlag einer Prüfvorschrift für Wirtschaftlichkeitsprüfungen elektr. Haushaltbacköfen. Nach Th. Dall. 1344.
Prüfung von Stromwandlern. Nach P. de la Gorce u. J. Cuilhé. 1371.
Wasserwiderstand zur Belastung eines 82 500 kVA-Generators. Nach T. W. Mermel. 1371.

Prüffelder s. Meßkunde.
Prüfstelle des VDE s. Abt. A IV.

Quarze s. Funkwesen, Meßkunde, Theoret. Elektrotechn.
Quecksilber s. Lichttechnik, Stromrichter.

Rauhreif s. Leitungen.
Raumheizung s. Wärmetechnik.
Raumladung s. Theoret. Elektrot.
Rechenschieber s. Mathematik.

Rechtspflege.
— **Gewerblicher Rechtsschutz.**
Patenteinigungsstelle bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie. 754.
60 Jahre Reichspatentamt. 772.
Die Elektrotechnik in der Statistik des Reichspatentamtes für das Jahr 1936. 1019.
Das Verfahren vor der Patent-Einigungsstelle der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie. K. Kahle. *1271.
Vier elektrotechn. Patentabteilungen im Reichspatentamt. 1404.
— **Verschiedenes.**
Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 31. August 1937. 1016.
Energiewirtschaftsgesetz. 1021.

Regeln des VDE s. Abt. A IV.

Regelung und Widerstände (s. a. Elektr. Maschinen, Funkwesen, Meßkunde, Stromrichter, Transformatoren).
— **Spannungsregelung.**
Die Spannungskonstanz von Stabilovoltröhren. Nach H. Gockel. 825.
10 Jahre Regeltransformatoren mit Jansen-Schaltern. B. Jansen. *874.
Steuerung und Regelung von Großstromrichtern. K. Maertens. 954. B. 1048. *Fachber. 79.*
Fortschritte im Bau und der Anwendung von Schnellreglern. H. Happoldt. 957. *Fachber. 162.*
Ein neuartiger Spannungsfeinregler für Gleichstrom. K. Sauermann. *1003.
Elektr. Regelfragen in Industriekraftanlagen und -netzen. E. Courtin. *1025.
Verbesserte Spannungshaltung durch Reihenkondensatoren. Nach R. C. Buell. 1117.
Spannungshaltung in Niederspannungsnetzen. 1243.
Niederspannungs-Netzregelung mit Spartransformatoren. W. Wilshaus. *1247.
Urdoxwiderstände als Lautstärkenregler. Nach Diefenbach. 1350.
Ein Spannungsregler für Magnetfeldsender. Nach C. G. A. v. Lindern. 1402.
— **Verschiedenes.**
Einführung zur VDE-Gruppe „Steuerung und Regelung". H. Schwenkhagen. 956. *Fachber. 152.*

Digitized by Google

Regelung und Widerstände.
Röhrenstoßregler für Wechselstrom-Generatoren bei Stoßbelastungen. C. Fröhmer. 957. *Fachber. 153.*
Die zweckmäßigste Ausnutzung eigentümlicher Gefällevorkommen für die Energieversorgung durch die Selbststeuerung und Regeltechnik. E. Kraft. 957. *Fachber. 155.*
Die Frequenz als zusätzliche Einflußgröße bei der elektr. Leistungsregelung im Verbundbetrieb von Energieversorgungssystemen. H. Wierer. 957. *Fachber. 158.*
Elektr. Regelfragen in Industriekraftanlagen und -netzen. E. Courtin. *1025.
Kohledruckwiderstände. F. Hoffmann. *1111. *1138.
Photoelektr. Führung astronomischer Fernrohre. Nach A. E. Whitford u. G. E. Kron. 1193.
Wasserwiderstand zur Belastung eines 82 500 kVA-Generators. Nach T. W. Mermel. 1371.
Physikalische Regelverfahren in der Technik. 1392.
Moderne Röhrenregler hoher Empfindlichkeit. Nach W. Jacobi. Vortr. 1392.
Periodische und aperiodische Schwingungen an empfindlichen Regelanordnungen. Nach H. König. Vortr. 1392.
Ein regelbarer Hochohmwiderstand ohne gleitenden Stromabnehmer. Nach H. Neldel. Vortr. 1393.
Die Regelung von Wechselstromnetzen nach der Synchronuhrzeit. G. August. *1395.

Reibungselektrizität s. Theor. Elektrot.
Reichsanstalt s. Institute.
Reichsbahn s. Bahnbau.
Reichspatentamt s. Rechtspflege.
Relais s. Schaltgeräte.
Repulsionsmotoren s. Elektr. Maschinen.
Rezensionen s. Abt. A III, Schrifttum.

Röhren (s. a. Funkwesen, Gleichrichter, Lichttechnik, Meßkunde, Röntgentechnik, Theoret. Elektrotechnik, Verstärkertechnik).
Aufbau und Herstellung neuzeitlicher Empfängerröhren. Nach M. Benjamin, C. W. Cosgrove u. G. W. Warren. 821.
Die Spannungskonstanz von Stabilovoltröhren. Nach H. Gockel. 825.
Röhrenstoßregler für Wechselstrom-Generatoren bei Stoßbelastungen. C. Fröhmer. 957. *Fachber. 153.*
Eigenschaften von Zweigitterröhren mit Gas- oder Dampffüllung. W. Koch. 960. *Fachber. 228.*
Abstimmungsanzeigerohr. 1049.
Korpuskulare und thermische Schwankungen in Elektronenröhren. Nach W. Schottky. 1199.
Die Posthumus-Schwingungen im Magnetron. Nach F. Fischer u. F. Lüdi. 1227.
Moderne Röhrenregler hoher Empfindlichkeit. Nach W. Jacobi. Vortr. 1392.
Periodische und aperiodische Schwingungen an empfindlichen Regelanordnungen. Nach H. König. Vortr. 1392.
Laufzeiteinflüsse in Elektronenröhren. Nach J. Runge. Vortr. 1392.
Das Cyclotron. Nach F. N. D. Kurie. 1403.

Rohrpost s. Signalwesen.

Röntgentechnik.
Die Elektronenverteilung im Brennfleck von Röntgenröhren. J. Dosse. 962. *Arch. 534.*
Die Ausstellung zur Tagung der Deutschen Röntgen-Gesellschaft, Breslau 1937. H. Graf. 963.

Rundfunk s. Funkwesen.

Sammler s. Akkumulatoren.
Saugdrossel s. Drosselspulen.
Schall s. Meßkunde, Techn. Akustik.

Schaltanlagen und Schalttafeln.
Schaltanlagen und Schalteinrichtungen (VDE-Bericht). 843.
Das Leuchtbild in Industrieanlagen, sein Zweck und die grundlegenden Voraussetzungen für seine Anwendung und seinen Entwurf. F. Jungblut. 955. *Fachber. 127.*
Über die räumliche Ausdehnung und übersichtliche Gestaltung von Schaltwarten. H. Probst. *1091.
Die Starkstromtechnik im Rahmen der neuen Treibstoffgewinnungs-Anlagen. H. Göschel. Vortr. *1282. *1317.
Erneuerung der ältesten 100 kV-Schaltanlage in Europa. 1302.
Innenraumschaltanlagen für Spannungen über 30 kV. W. Schrinner. *1338.

Schaltgeräte.
— **Allgemeines.**
Das Hochleistungsversuchsfeld der General Electric Company in Witton. 745.
Schaltgeräte (VDE-Bericht). 844.
Einführung zur VDE-Gruppe „Schaltgeräte". A. Reinauer. 954. *Fachber. 87.*
Verwendung von Kondensatoren zur Auslösung von Schaltern. Nach L. W. Dyer. 1265.
— **Ölschalter.**
Weiterentwicklung der Ölschalter in England. Nach C. C. Garrard. 768.
Die Messung des Druckverlaufs in Löschkammern ölarmer Schalter bei Kurzschlußschaltungen. Nach F. Graul u. C. Möckel. 1011.
— **Öllose Hochsp.-Leistungsschalter.**
Der Freistrahlschalter in Trennschalter-Bauform. G. Brockhaus. 954. *Fachber. 87.*
Die Weiterentwicklung der Druckluftschalter mit doppeltwirkender Strömung. O. Schwenk. 954. *Fachber. 90.*
— **Luft-Selbstschalter.**
Spannungsrückgangsschutz in Industrie-Anlagen. R. Ulbricht. *763.
Schmelzsicherungen, Installations-Selbstschalter und Motorschutzschalter als Leitungs- und Geräteschutz. W. Schrank. *773.
— Bemerkungen dazu. O. Deißler. 1127.
Sicherungen oder Selbstschalter in Niederspannungsanlagen. Nach R. Gasser. 1144.
Ein neuer Schalter mit sehr kleinem Öffnungsweg. Nach W. M. Thornton. 1194.

Schaltgeräte.
Messung der Schaltzeit von Schnellschaltern. Nach S. Keilien. 1221.
— **Relais und Schütze.**
Relais (VDE-Bericht). 845.
— Ergänzende Bemerkungen dazu. R. Schimpf u. W. Bütow. 1128.
Störungen beim Betrieb von Erdschlußrelais im Anschluß an Meßwandler. W. Reiche. 1012. *Arch. 618.*
Ein gepoltes Telegraphenrelais hoher Empfindlichkeit. Nach F. Schiweck u. O. Römer. 1195.
Neue Maschennetzrelais. Nach J. M. Parsons u. M. A. Bostwick. 1348.
— **Installationsschalter.**
Umstellung der Schaltgeräte und des Installationsmaterials für die Verwendung von Aluminiumleitungen. W. Höpp. 955. *Fachber. 95.*
Schalterlampe. 984.
— **Verschiedene Schaltgeräte.**
10 Jahre Regeltransformatoren mit Jansen-Schaltern. B. Jansen. *874.

Schaltvorgänge s. Theoret. Elektrot., Überspann.

Schiffahrt.
Die elektr. Einrichtungen für Stauwehre. Nach F. Jungblut. 1040.
Das Elektromotorschiff „Wuppertal". G. Lesch u. Fr. Prüß. *1073. *1106.

Schmelzsicherungen s. Überstromschutz.
Schnellbahnen s. Bahnbau.
Schnellregler s. Regelung.
Schnellschalter s. Schaltgeräte.

Schrauben.
Das Verhalten der Schraubenverbindungen bei wiederholtem Anziehen und Lösen. Nach H. Staudinger. 988.

Schrifttum s. Abt. A III.
Schütze s. Schaltgeräte.
Schutzeinrichtungen s. Drosselspulen, Erdschluß, Überspannung, Überstrom.
Schweißen s. Wärmetechnik.
Schwingungen, elektr., s. Theor. Elektrot.
Schwingungen, mechan., s. Elektr. Masch., Meßkunde, Leitungen.
Schwundausgleich s. Funkwesen.
Schwungrad s. Elektr. Maschinen.
Sehvermögen s. Lichttechnik.
Selbstanschluß s. Fernsprechwesen.
Selbstschalter s. Schaltgeräte.
Selbststeuerung s. Fernmessung.
Sender s. Funkwesen.
Sicherheit s. Meßkunde, Leitung.
Sicherungen s. Überstromschutz.

Signalwesen.
Feuermelde- und Alarmanlage in Basel. Nach E. Frey. 1014.
Stadtrohrpost in Berlin. 1302.
Die neue Feuermeldeanlage Stuttgarts. Nach F. Wiebe. 1372.
Verkehrsregelung durch die Fahrzeuge selbst. Nach R. Blancherie. 1402.

Sitzungskalender s. Abt. A IV.
Spannung s. Meßkunde, Regelung.
Spannungsabfall s. Theoret. Elektrot.
Spannungsteiler s. Meßkunde.
Spitzenausgleich s. Elektrizitätswerke.
Springschreiber s. Telegraphenwesen.
Spulen s. Drosselspulen, Fernsprechwesen, Theoretische Elektrotechn.
Spulenköpfe s. Elektr. Maschinen.
Stabilität s. Elektr. Maschinen, Elektrizitätswerke, Leitungen.

Digitized by Google

Stahl s. Eisen.
Statistik s. Rechtspflege.
Staubsauger s. Maschinenantrieb.
Sternpunkt s. Transformatoren.
Steuerung s. Fernmessung, Regelung, Stromrichter.

Stiftungen (s. a. Preisausschreiben).
Zeitlers Studienhaus-Stiftung. 943.
Arnold-Stiftung. 1168.

Stoffkunde und Stoffwirtschaft (s. a. Leitungen, Magnetismus, Wärmetechnik).
— **Metalle, Allgemeines.**
Spar- und Neustoffe für Dampfturbinen und Stromerzeuger. K. Hoffmann. Vortr. 951. *Fachber. 10.*
Die Werkstoffe in den neuzeitlichen Wechselstromzählern. W. Kesseldorfer. 958. *Fachber. 196.*
Über metallische elektrische Widerstandswerkstoffe. A. Schulze. *1361. *1386.
— **Aluminium.**
Umstellung der Schaltgeräte und des Installationsmaterials für die Verwendung von Aluminiumleitungen. W. Höpp. 955. *Fachber. 95.*
— **Versch. Metalle u. Legierungen.**
Elektrische und thermische Untersuchungen an Manganin. Nach A. Schulze. 934.
Magnesium-Tagung Berlin 1937. 1404.
— **Isolierstoffe, Allgemeines.**
Isolierstoffe (VDE-Bericht). 848.
Spar- und Neustoffe für Dampfturbinen und Stromerzeuger. K. Hoffmann. Vortr. 951. *Fachber. 10.*
Die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen. Nach S. Erk, A. Keller u. H. Poltz. 1270.
— **Keramische Isolierstoffe** (s. a. Isolatoren).
Poröse keramische Stoffe für die Zwecke der Hochfrequenzisolation. E. Albers-Schönberg. 960. *Fachber. 224.*
— **Preßstoffe.**
Kunststofftagung in Frankfurt a. M. 964.
Typisierung der gummifreien nichtkeramischen Isolierpreßstoffe. 1254.
— **Verschiedene feste Isolierstoffe.**
Ein neuer Isolierstoff. 1302.

Störungen s. Fernsprechwesen, Funkwesen, Überstr., Überspann.
Stoßprüffeld s. Meßkunde.
Stoßspannung s. Isolatoren, Überspannung, Theoret. Elektrot.
Strahlung s. Funkwesen, Lichttechnik, Physik, Wärmetechnik.
Straßenbahnen s. Bahnbau.
Straßenbeleuchtung s. Lichttechnik.
Streuströme s. Bahnbau, Theor. Elektr.
Stroboskop s. Meßkunde.
Strom s. Meßkunde.

Stromrichter (s. a. Meßkunde).
— **Allgemeines.**
Stromrichter. (VDE-Bericht.) 841.
Einführung zur VDE-Gruppe „Stromrichter". H. Meyer-Delius. 954. *Fachber. 70.*
Neuere Gesichtspunkte für den Bau von Kinogleichrichtern. H. Adler. 954. *Fachber. 82.*
Über die Anwendung von Stromrichtern für motorische Antriebe. Nach H. Anschütz u. M. Stöhr. 1087.
Die Messung des im Wechselstromnetz auftretenden zusätzlichen Spannungsabfalles in Gleichrichteranlagen. Nach E. Kern-Berger. 1221.

Stromrichter.
— **Quecksilberdampf-Gefäße.**
Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb. E. Schulze. Vortr. *921. *979. Bespr. 997.
Eine neuartige, vereinfachte Zwölfphasenschaltung für Gleichrichteranlagen. K. Aymanns. 954. *Fachber. 74.*
Stromrichter für Walzwerkantriebe. K. Baudisch. 955. *Fachber. 122.*
Wirtschaftl. Vergleich von Umrichtern und Umformern auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen. K. Schmer. 956. *Fachber. 140.*
Der Wellenstrombahnmotor für Einphasenspeisung mit 50 Per/s über gittergesteuerten Gleichrichter. L. P. Monath. 956. *Fachber. 144.*
Induktivitäten in Gleichrichterschaltungen. K. Strobl. 1012. *Arch. 594.*
Das Ignitron als Schweißzeitschalter. D. Packard u. J. H. Hutschings. 1036.
Über Gleichrichteranlagen mit geringem Spannungsabfall. H. Anschütz. *1135.
Steuergleichrichter für elektr. Anlagen in der Industrie. Nach C. T. Buff. 1165.
Stromrichter mit voreilendem Leistungsfaktor und Stromrichter-Phasenschieber. Nach G. I. Babat u. J. A. Kazman. 1400.
— **Gasentladungs-Stromrichter.**
Gittergesteuerte Glühkathoden-Stromrichter mit mehreren Steuerelektroden W. Jacobi u. H. Kniepkamp. *1233.
— **Trockengleichrichter.**
Fortschritte im Bau von Kupferoxyd-Gleichrichtern. Nach I. R. Smith. 1193.
Ladung von Sammlerbatterien mit Trockengleichrichtern. Nach A. Avramescu. 1296.
— **Steuerung von Stromrichtern.**
Stromrichtergesteuerte Nahtschweißmaschinen. Nach J. W. Dawson. 932.
Die Belastung des Drehstromnetzes durch Umrichter verschiedener Systeme. G. Reinhardt. 954. *Fachber. 71.*
Steuerung und Regelung von Großstromrichtern. K. Maertens. 954. B. 1048. *Fachber. 79.*
Spannungsoberwellen beim Steuerumrichter und ihre Glättung. Nach H. Jungmichl u. O. Schiele. 1061.
Steuergleichrichter für elektr. Anlagen in der Industrie. Nach C. T. Buff. 1165.
Die Saugdrossel bei gittergesteuerten Gleichrichtern. O. Schiele. 1221. *Arch. 749.*
Gittergesteuerte Glühkathoden-Stromrichter mit mehreren Steuerelektroden. W. Jacobi u. H. Kniepkamp. *1233.

Stromwandler s. Transformatoren.
Stützer s. Isolatoren.
Supraleitung s. Theor. Elektrot.
Synchronmaschinen s. Elektr. Maschinen.

Tagungen (s. a. Abt. A IV).
Kunststofftagung in Frankfurt a. M. 964.
Internationaler Kongreß für Kurzwellen in Physik, Biologie und Medizin, Wien, 12. bis 17. 7. 1937. V. Fritsch. 1147.
Jubiläumstagung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft. H. G. Fühling. *1288.
13. Physiker- und Mathematiker-Tagung, Bad Kreuznach, 19. bis 24. Sept. 1937. E. Lübcke. *1391.
Weltkraftkonferenz 1938. 1404.
Magnesium-Tagung Berlin 1937. 1404.

Technische Akustik (s. a. Meßkunde).
Über die Verzerrungen des Niederfrequenz-Kondensatormikrophons. W. Ernsthausen. 798. *Arch. 487.*
Über das Schallfeld in der Umgebung einer stark lärmenden Fabrik. Nach H. J. Menges. 798.
Kristall-Tonabnehmer. 823.
Elektrophysik (einschl. Elektroakustik). (VDE-Bericht.) 860.
Akustikverbesserung in Kirchen. R. Forberger. *926.
Ein neues Sprechstellenprüfgerät. Nach H. Domsch u. O. Böhm. 1014.
Geschichte und Stand der Mikrophon-Entwicklung. P. Just. *1041.
Untersuchung der Schwingungssysteme von Fernsprechmikrophonen durch Messung ihres komplexen Übertragungsmaßes. Nach C. Trage. 1195.
Entstehung und Beseitigung des Donnereffekts bei Zackentonfilmen. Nach A. Narath. 1225.
Fernsprechen in Lärm und Wind. W. Janovsky. *1289.
Tonaufzeichnung auf ein magnetisches Band. Nach C. N. Hickmann. 1340.
Klangübergänge bei der Orgel. Nach F. Trendelenburg, E. Thienhaus u. E. Franz. Vortr. 1393.

Telegraphenwesen (s. a. Bildtelegraphie, Funkwesen, Leitungen, Signalwesen).
Elektrisches Nachrichtenwesen. (VDE-Bericht.) 855.
Fernmeldebetriebszentralen der Reichsflugsicherung. F. Hentschel. *898.
Einführung zur VDE-Gruppe „Telegraphie". F. Polenz. 958. *Fachber. 200.*
Stand der Apparatetechnik im Fernschreibbetrieb. F. Schiweck. 959. *Fachber. 204.*
Kinematische Untersuchungen insbesondere an Telegrafenapparaten. A. Wüsteney. 959. *Fachber. 207.*
Zwischenstaatliche Beratungen im Jahr 1936 über Fragen des Schutzes von Fernmeldeanlagen gegen Beeinflussungen durch Starkstrom. Nach P. Jäger. 1015.
Ein gepoltes Telegraphenrelais hoher Empfindlichkeit. Nach F. Schiweck u. O. Römer. 1195.
Grundlagen der Springschreibertechnik. Nach F. Schiweck. 1299.

Telephonie s. Fernsprechwesen, Hochfrequ., Tel., Leitungen, Verstärkert.
Temperatur s. Meßkunde, Physik.

Theoretische Elektrotechnik (s. a. Magnetismus, Physik).
— **Elektr. Feld.**
Reibungselektrizität in Gebäuden unter besonderer Berücksichtigung von Zündfunken in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen. W. Stark u. H. Gross. 738.
Einige Eigenschaften des Feldes der Irrströme. Nach L.-J. Collet. 1195.
Elektrostatische Hochspannungsgeneratoren. Nach A. Soulier. 1245.
Elektr. Ladungserscheinungen an Papieren. Nach W. Brecht, F. Schmid u. R. Vieweg. 1270.
Elektrostatischer Hochspannungsgenerator (geschichtl. Hinweis). 1403.

Digitized by Google

Theoretische Elektrotechnik.

– Durchschlag von Gasen.

Durchschlag und Gasentladung im inhomogenen Feld (Spitze—Platte). Y. Miyamoto. 888. *Arch. 371.*

Gasförmige Dielektrika. A. Güntherschulze. 934. *Arch. 495.*

Statistik der Raumladungen bei Gleitfunken, Teil II. J. Müller-Strobel. 987. *Arch. 609.*

Die Sicherheit elektr. Anlagen gegenüber Stoßspannungen. J. Rebhan. *1177.

Raumladungs- oder Ionendurchschlag? Nach W. Rogowski u. A. Wallraff. 1226.

Übergang der gewöhnlichen Glimmentladung in die Spritzentladung bei Aluminiumoxydschichten. Nach A. Güntherschulze u. W. Bär. 1264.

Säulenzündung und Townsendsche Theorie. Nach G. Mierdel u. M. Steenbeck. 1269.

Der elektr. Funke als photoionisierende Lichtquelle. A. Wallraff u. E. Horst. 1350. *Arch. 789.*

Das Anfangselektron beim Stoßdurchschlag. Nach M. Suzuki, T. Nakamura u. T. Mikami. 1373.

– Durchschlag von Flüssigkeiten.

Elektr. Beanspruchung von Isolierölen im Betriebe. Nach A. Matthias. 750.

Über das Bewegungsspiel von Fasern und Staubteilchen bei elektr. Beanspruchung verschiedener Kohlenwasserstoffe und über die Beeinflussung der Ölfestigkeit durch Feuchtigkeit, Luft, und Fasern. E. Conradi. 1120. *Arch. 667.*

Die elektr. Festigkeit von nicht entflammbaren synthetischen Isolierölen. Nach F. M. Clark. 1299.

– Durchschlag fester Isolierstoffe.

Die elektr. Festigkeit der Transformatorisolation. Nach Bellaschi u. Teague. 824.

Der elektr. Durchschlag von Kolophonium in einem inhomogenen Felde. Nach S. Gutin u. L. Sackheim. 1374.

– Dielektrizitätskonstante.

Stromleitung in Flüssigkeiten niedriger Dielektrizitätskonstante. Nach K. H. Reiß. 987.

Reibungsdispersion der Dielektrizitätskonstanten organischer Flüssigkeiten. Nach E. Plötze. Vortr. 1394.

– Elektrizitätsdurchgang durch Gase.

Die Aufbauzeit einer Glimmentladung. Nach R. Schade. 798.

Gasförmige Dielektrika. A. Güntherschulze. 934. *Arch. 495.*

Leistungsmessung an Gasentladungen Nach H. Schmellenmeier. 987.

Die stille Entladung als Grundlage von Gasreaktionen und ihre technische Anwendung. Nach R. Wiche. 1198.

Die Charakteristik des Townsendstromes und die Beeinflussung der Zündspannung einer Glimmentladung durch Bestrahlung. Nach R. Schade. 1199.

Theoretische Untersuchung der Gleichspannungs-Korona im konaxialen Zylinderfeld. H. Prinz. 1226. *Arch. 756.*

Die Ausbildung von Ionisierungsvorgängen in Gasen. E. Flegler. *1262.

Helligkeitsmessungen an Zinksulfidschirmen bei Anregung durch Kathodenstrahlen. K. Scherer u. R. Rübsaat. 1350. *Arch. 821.*

Feldemission aus geschichteten Kathoden bei Beschießung mit Elektronen. Nach H. Mahl. Vortr. 1394.

Untersuchung der Elektronenlawinen in der Nebelkammer. Nach H. Raether. Vortr. 1394.

Theoretische Elektrotechnik.

Über den Einfluß der Kristallstruktur auf die Glühemission. Nach B. Mrowka. Vortr. 1394.

Über den Einfluß der Stromdichte auf die Ionisierungsvorgänge in der selbständigen Entladung in Edelgasen. Nach R. Schade. Vortr. 1395.

– – Elektronentheorie.

Struktur des Elektrons und Supraleitung. Nach J. Stark u. K. Steiner. 1227.

– – Lichtbogen.

Der elektr. Lichtbogen in schnellströmendem Gas. Nach B. Kirschstein u. F. Koppelmann. 1197.

Emissionsverteilung und Wärmeableitung im Lichtbogen. Nach R. W. Schmidt. 1199.

Untersuchung eines Luftlichtbogens im schwerefreien Feld. Nach M. Steenbeck. Vortr. 1395.

— Elektronenoptik.

Elektrophysik (einschl. Elektroakustik). (VDE-Bericht.) 860.

Über Fehler von Elektronenbildern. W. Rogowski. 1063. *Arch. 555.*

Über Bänder bei Elektronenbeugung. Nach H. Boersch. Vortr. 1394.

– – Wechselströme und Schwingungen.

Induktionspumpe für flüssiges Quecksilber. Nach E. S. Gilfillan u. S. M. Mac-Neille. 771.

Die Kapazität einer einlagigen Spule. E. Hallén. 1120. *Arch. 690.*

Über das Wesen der stabilen Gleichgewichtszustände bei Reihenschaltung von Eisendrossel und Kondensator. E. Aretz. *1160.

Geometrischer Rechenschieber für Berechnung von Spannungsabfällen und für geometrische Additionen. 1167.

Jubiläum des Drehstroms. 1200.

Die Messung des im Wechselstromnetz auftretenden zusätzlichen Spannungsabfalles in Gleichrichteranlagen. Nach E. Kern-Berger. 1221.

Neue Erscheinungen bei der Induktion von Strömen in Supraleitern. Nach P. Grassmann u. H. Eicke. 1227.

Zusammensetzung der Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen beliebiger Kurvenform und neue Leistungsdefinitionen für unsymmetrische Mehrphasenströme beliebiger Kurvenform. W. Quade. *1313. *1341.

Ermittlung der Komponenten eines nach Lage und Form gegebenen einphasigen elliptischen Drehfeldes. K. Heinrich. *1333.

— Induktivität.

Induktivitäten in Gleichrichterschaltungen. K. Strobl. 1012. *Arch. 594.*

Der Entwurf von Gegeninduktivitäten vorgeschriebener Eigenschaften. Nach H. H. Wicht. 1226.

Änderung der Selbstinduktivität von Hochfrequenzspulen bei Vormagnetisierung. Nach G. Maus. 1300.

Spulen mit Massekernen. M. Kersten. *1335. *1364.

— Leitung und Leitfähigkeit.

Stromleitung in Flüssigkeiten niedriger Dielektrizitätskonstante. Nach K. H. Reiß. 987.

Der Begriff des Leitwertes bei der Untersuchung der Irrströme. Nach L.-J. Collet. 1195.

Einige Eigenschaften des Feldes der Irrströme. Nach L.-J. Collet. 1196.

Neue Erscheinungen bei der Induktion von Strömen in Supraleitern. Nach P. Grassmann u. H. Eicke. 1227.

Theoretische Elektrotechnik.

Struktur des Elektrons und Supraleitung. Nach J. Stark u. K. Steiner. 1227.

Änderung des elektr. Widerstandes bei Eisen-Chrom-Aluminium - Heizleitern für Temperaturen bis 1300°. Nach E. Schoene. 1301.

Durchgang langsamer Elektronen (0 bis 200 V) durch Metallfolien. Nach H. Katz. Vortr. 1394.

— Wirbelströme (s. a. Wärmetechnik).

Synchronmaschine mit massivem Walzenläufer. Nach C. Concordia u. H. Poritsky. 768.

Elektrowärmegerät mit Wirbelstrom-Widerstandsheizung. Nach J. Causemann. 1013.

Wechselstromleiter mit geringen Wirbelstromverlusten. Nach A. H. M. Arnold. 1035.

Die hochfrequente Wirbelströmung im kreiszylindrischen Schirmleiter verdrillter Leiterpaare. H. Buchholz. 1120. *Arch. 507.*

Wirbelstromheizung mit Niederfrequenz. H. Trassl. 955. *Fachber. 104.*

— Piezoelektrizität.

Neue Quarzdruckmeßkammern. Nach S. Fahrentholz, J. Kluge u. H. E. Linckh. 934.

Ein Beitrag zum Mehrwelligkeitsproblem von piezoelektr. Quarzscheiben. Nach K. Balzer. 1167.

Quarzkeilresonator. Nach A. Guerbilsky. 1167.

— Verschiedenes.

Hochwertige Filter bis zu Trägerfrequenzen von 60 kHz. G. Häßler. 959. *Fachber. 217.*

Entwicklung der Verfahren zur Berechnung von Schaltvorgängen. Nach A. Blondel. 1198.

Hochfrequente Ausgleichvorgänge bei Betriebs- und Fehlerschaltungen in Drehstrom-Hochspannungsnetzen. Nach H. Baatz. 1240.

Über den Fehler von Thermoelementen durch Wärmeableitung und über ein neues Dreischenkelelement für genaue Temperaturmessungen. Nach M. Tanaka u. K. Okada. 1266.

Thermoelement s. Meßkunde.
Tonabnehmer s. Techn. Akustik.
Tonaufzeichnung s. Techn. Akustik.
Tonfilm s. Techn. Akustik.
Trägerfrequenztechnik s. Fernsprechwesen, Funkwesen, Leitungen.

Transformatoren und Wandler.

— Allgemeines.

Stoßwellenvorgänge in Transformatorwicklungen. Nach T. E. Allibone, D. B. McKenzie u. F. R. Perry. 1011.

Übertragung von Stoßspannungen auf die Unterspannungsseite von Drehstrom-Transformatoren. Nach R. Elsner. 1163.

— Leistungstransformatoren.

Die elektr. Festigkeit der Transformatorisolation. Nach Bellaschi u. Teague. 824.

Transformatoren (VDE-Bericht). 841.

10 Jahre Regeltransformatoren mit Jansen-Schaltern. B. Jansen. *874.

Der Schutz von Verteilungstransformatoren gegen direkte Blitzschläge. Nach H. V. Putman. 885.

Neue Bauformen für Transformatoren mit sinusförmigem Magnetisierungsstrom. W. Krämer. 953. *Fachber. 52.*

Digitized by Google

Transformatoren und Wandler.
Lokomotivumspanner mit Aluminium-Wicklungen. W. Schulze. 956. *Fachber. 148.*
Niederspannungs-Netzregelung mit Spartransformatoren. W. Wilshaus. *1247.
Belastung und Stützung des Sternpunktes in Netzen mit Spartransformatoren. K. Faye-Hansen. Brf. 1256.
– – H. Gugel. Brf. 1256.
Der Einfluß der Transformator-Stern-Dreieck-Schaltung auf den Distanzschutz der Hochspannungsleitungen gekuppelter Netze. Nach E. Groß. 1295.
Eisenschäden an Umspannern und elektr. Maschinen. Nach E. Schmohl. 1316.
– **Versuchs- und Prüftransformatoren.**
Hochspannungsprüfsätze für Normalfrequenz. Nach Har. Müller. 1090.
– **Meßwandler.**
Prüfungen und Beglaubigungen s. Prüfämter.
Gütesteigerung von Stromwandlern. M. Erich. *741.
Vergleichende Betrachtung über die Meßgenauigkeit von Wandler-Meßsätzen. F. Wellhöfer. *1082.
Ein einfacher Gleichstrommeßwandler mit echten Stromwandlereigenschaften. W. Krämer. *1309.
Erdschlußanzeige mittels Kabelumbauwandler und Drehwähler in Kabelnetzen mit nicht geerdetem Sternpunkt. G. Fischer. 1399.

Trennschalter s. Schaltgeräte.
Triebfahrzeuge s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge, Schiffahrt.
Trockengleichrichter s. Stromrichter.
Trocknung s. Wärmetechnik.
Turbinen s. Dampfturbinen.

Überspannung.
– **Blitz und Gewitter.**
Hochspannungstechnik. (VDE-Bericht.) 848.
Modellversuche über Blitzeinschläge. A. Matthias. Vortr. *881. *928. *973.
Russische Arbeiten zur Blitzerforschung im Jahre 1936. Nach I. S. Sokolnikow. 887.
Gewitterstörungen an Erdkabeln. G. Lehmann. 952. *Fachber. 46.*
Von wo ab steuert der Blitz auf seine Einschlagstelle los? Nach B. Walter. 1166.
Die Messung von Blitzstromstärken. E. Blum u. W. Finkelnburg. Brf. 1175.
Zum Problem des Kugelblitzes. Nach Th. Neugebauer. 1186.
Neuere amerikanische Untersuchungen über Gewittereinflüsse auf Kraftübertragungs-Anlagen. H. Grünewald. *1213. *1238. B. 1308.
Gewitterfragen. Nach B. L. Goodlet. 1369.
– **Schaltvorgänge und Wanderwellen.**
Stoßwellenvorgänge in Transformatorwicklungen. Nach T. E. Allibone, D. B. McKenzie u. F. R. Perry. 1011.
Übertragung von Stoßspannungen auf die Unterspannungsseite von Drehstrom-Transformatoren. Nach R. Elsner. 1163.
Hochfrequente Ausgleichvorgänge bei Betriebs- und Fehlerschaltungen in Drehstrom-Hochspannungsnetzen. Nach H. Baatz. 1240.

Überspannung
Die Verformung von Wanderwellen durch Korona. Nach H. H. Skilling u. P. de K. Dykes. 1300.

Überspannungsschutz.
Hochspannungstechnik (VDE-Bericht). 848.
Der Schutz von Verteilungstransformatoren gegen direkte Blitzschläge. Nach H. V. Putman. 885.
Aufklärung von Betriebsvorfällen in Hochspannungsnetzen. H. Grünewald. *1077.
Gewitterschutz von Fernmeldeanlagen durch Überspannungsableiter. W. Peters u. E. Schulz. *1129. *1158.
Über den Sicherheitsgrad von Hochspannungsanlagen. V. Aigner. *1257.
Neuartiger Überspannungsableiter. Nach W. G. Roman. 1295.
Selbstlöschende Schutzfunkenstrecken. Nach W. J. Rudge jr. u. E. J. Wade. 1347.
Überspannungsschutz von Niederspannungsanlagen. Nach Maerkisch. Vortr. 1405.

Überstrom und Kurzschluß.
Das Ausbrennen von Fehlern in Netzen mit Aluminiumkabeln. W. v. Mangoldt. 952. *Fachber. 41.*
Bedeutung der wiederkehrenden Spannung für den Schaltvorgang. Nach H. Trencham u. K. J. R. Wilkinson. 1143.
Analytische Ermittlung der wiederkehrenden Spannung und ihre Bestimmung mittels Messungen an Netzmodellen. Nach R. D. Evans u. A. C. Monteith. 1192.

Überstromschutz (s. a. Elektr. Maschinen).
– **Schmelzsicherungen.**
Schmelzsicherungen, Installations-Selbstschalter und Motorschutzschalter als Leitungs- und Geräteschutz. W. Schrank. *773.
– Bemerkungen dazu. O. Deißler. 1127.
Vorgänge bei Kurzschlußabschaltungen durch Schmelzsicherungen. H. Weber. 954. *Fachber. 92.*
Sicherungen oder Selbstschalter in Niederspannungsanlagen. Nach R. Gasser. 1144.
Das Wesen der trägen Schmelzsicherungen und ihr Zweck. Nach W. Klement. 1370.
– **Verschiedenes.**
Betriebserfahrungen mit Erdungs-, Nullungs- und Schutzschaltungs-Einrichtungen in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung. E. Krohne. Vortr. *1153.
Vereinfachter Schutz von Erdungstransformatoren. Nach G. Calabrose. 1192.
Der Einfluß der Transformator-Stern-Dreieck-Schaltung auf den Distanzschutz der Hochspannungsleitungen gekuppelter Netze. Nach E. Groß. 1295.
Neue Maschennetzrelais. Nach J. M. Parsons u. M. A. Bostwick. 1348.

Umformer s. Elektr. Maschinen.
Umrichter s. Stromrichter.
Umspanner s. Transformatoren.

Unfälle.
Sicherheitsgedanken in der Elektrotechnik. Nach Dransfeld. Vortr. 1405.
Untergrundbahn s. Bahnbau.
Unterricht (s. a. Abt. A II, Persönl.).
Das Programm des Hauses der Technik in Essen. 1168.
Das Institut für Elektrotechnik 2 der Technischen Hochschule zu Aachen. H. Hess. *1209.
Jubiläum der Lichttechnik in Ungarn. 1270.
Berufserziehungsstätte für Elektroinstallateurmeister und -gesellen. 1270.

VDE s. Abt. A IV.
Verbinder s. Leitungen.
Verbrennungsmotoren s. Brennkraftmasch.
Vereinigungen s. Abt. A IV.
Verkehr s. Bahnbau, Fernsprechwesen, Funkwesen, Hochfrequenztelephonie, Kraftfahrzeuge, Lichttechnik, Luftfahrt, Schiffahrt, Signalwesen, Telegraphie.
Verluste s. Meßkunde.
Versammlungen s. Tagungen u. Abt. A IV, Verbandsnachr.

Verstärkertechnik (s. a. Röhren).
Verfahren zur Stabilisierung negativ rückgekoppelter hochlinearer Verstärker. H. Werrmann. 959. *Fachber. 220.*

Versuchsfelder s. Meßkunde.
Verteilung s. Installationswesen, Leitungen, Schaltanlagen.
Verzerrung s. Techn. Akustik.
Vormagnetisierung s. Drosselspulen.
Vorschriften des VDE s. Abt. A IV.

Wagen s. Bahnbau, Kraftfahrzeuge.
Wähler s. Fernsprechwesen.
Walzwerk s. Hütte.
Wanderwellen s. Überspannung.

Wandler s. Transformatoren.

Wärmetechnik (s. a. Meßkunde, Physik).
– **Allgemeines.**
Industrielle Elektrowärme. (VDE-Bericht.) 853.
Versuche mit verschiedenen Heizwiderständen für elektr. Öfen für Temperaturen zwischen 1100 und 1500° C. Nach M. G. Toole u. R. E. Gould. 884.
Einführung zur VDE-Gruppe „Elektrowärme". W. Fischer. 955. *Fachber. 103.*
Aus der Entwicklung und Erforschung hitzebeständiger Heizleiter-Werkstoffe für die Elektrowärme. H. Petersen. 955. *Fachber. 116.*
Untersuchungen an Heizdrähten. Nach W. A. Kerkham. 1119.
Temperaturverlauf in Leitern bei kurzzeitigen Strom- und Spannungsänderungen. H. Prinz. 1147. *Arch. 682.*
Änderung des elektr. Widerstandes bei Eisen - Chrom - Aluminium - Heizleitern für Temperaturen bis 1300°. Nach E. Schoene. 1301.
Vorschlag einer Prüfvorschrift für Wirtschaftlichkeitsprüfungen elektr. Haushaltbacköfen. Nach Th. Dall. 1344.
Über metallische elektrische Widerstandswerkstoffe. A. Schulze. *1361. *1386.
– **Kochgeräte und elektr. Küche.**
Eine neue dänische Kochplatte. 976.

Digitized by Google

Wärmetechnik

Elektrowärmegerät mit Wirbelstrom-Widerstandsheizung. Nach J. Causemann. 1013.

— **Warmwasserbereitung.**

Elektr. Trinkwasserheizung für Hühner. Nach A. v. Stratum. 749.

— **Raumheizung.**

Elektr. Raumheizung in der Provinz Utrecht. Nach J. W. Bartelds. 748.

Elektr. Strahlungsheizung. W. Kind. *785. B. 944.

Klimaanlagen. 986.

Elektrowärmegerät mit Wirbelstrom-Widerstandsheizung. Nach J. Causemann. 1013.

Elektr. Warmwasser-Speicherheizung für Dauerbetrieb in Wohnhäusern. Nach W. v. Sauer. 1378.

— **Verschiedene Heizeinrichtungen.**

Wirbelstromheizung mit Niederfrequenz. H. Trassl. 955. *Fachber. 104.*

Elektrowärmegerät mit Wirbelstrom-Widerstandsheizung. Nach J. Causemann. 1013.

Klimaanlagen für Eisenbahnwagen. Nach M. Pla. 1145.

Die elektr. Holztrocknung. 1297.

— **Elektrische Öfen.**

— — **Allgemeines.**

Betriebsdaten bei alten und neuen elektr. Öfen. 769.

Industrielle Elektrowärme. (VDE-Bericht.) 853.

Versuche mit verschiedenen Heizwiderständen für elektr. Öfen für Temperaturen zwischen 1100 und 1500° C. Nach M. G. Toole u. R. E. Gould. 884.

Einführung zur VDE-Gruppe „Elektrowärme". W. Fischer. 955. *Fachber. 103.*

Wirbelstromheizung mit Niederfrequenz. H. Trassl. 955. *Fachber. 104.*

Der Leistungsfaktor in der Elektrowärme. A. Driller. 955. *Fachber. 109.*

Über den Einfluß der Magnesia auf den Gang eines Karbidofens. Nach Chr. Aall. 1166.

Einfluß der Wärmeisolierung bei Lichtbogenöfen auf den Stromverbrauch. Nach H. Weitzer. 1245.

Elektr. Strahlungsöfen mit Graphitwiderständen. Nach M. H. George. 1323.

— — **Schmelzöfen.**

Der Tysland-Hole-Ofen für die Eisenerz-Verhüttung. 748.

Die Erzeugung von synthetischem Roheisen. 748.

Ein Lichtbogenofen mit hohlen Elektroden. Nach D. M. Scott u. A. W. F. Green. 770.

Nadelstiche auf Stahlgußstücken. Nach M. Guédras. 798.

Die unmittelbare Eisenerzeugung aus Schwefelkies nach dem de Vecchis-Verfahren. 887.

Die elektr. Öfen in der Eisengießerei. Nach C. H. Morken. 1010.

Elektrowärmegerät mit Wirbelstrom-Widerstandsheizung. Nach J. Causemann. 1013.

Der elektr. Lichtbogenofen in der Stahlgießerei. Nach A. Clergeot. 1014.

Hitzebeständiges Gußeisen und der elektr. Ofen. 1089.

Über den Einfluß der Lichtbogenspannung auf den Betrieb des Elektrostahlofens. Nach F. K. Buchholz, A. Ziegler u. E. Voos. 1224.

Wärmetechnik

Der Lichtbogen-Strahlungsofen Mazières. Nach P. Gourdon. 1224.

— — **Glüh- und Härteöfen.**

Vorversuche für die Entwicklung eines ununterbrochen arbeitenden elektr. Ofens zum Brennen keramischer Stoffe bei hohen Temperaturen. Nach R. E. Gould u. G. Toole. 1037.

Der Ajax-Hultgren Salzbadofen. Nach W. M. Adam. 1038.

Ein elektr. Durchlauf-Temperofen mit Sonderatmosphäre. 1089.

Wirtschaftlichkeitsfragen bei elektr. Glühofenanlagen. Nach H. Nasty. 1172.

Elektr. Glühöfen mit Schutzgas in den V. S. Amerika. Nach J. Eberwein. 1323.

— — **Schweißen** (s. a. Elektr. Maschinen, Stromrichter).

Einfluß der Legierungsbestandteile auf die Stickstoffaufnahme von Stahl beim Lichtbogenschweißen. Nach A. Portevin u. D. Séférian. 797.

Stromrichtergesteuerte Nahtschweißmaschinen. Nach J. W. Dawson. 932.

Über die Versorgung der Werften mit Schweißstrom. H. Bauer. 955. *Fachber. 113.*

Das Ignitron als Schweißzeitschalter. D. Packard u. J. H. Hutschings. 1036.

Der Einfluß der Stromart auf die Güte der Schweißnähte. Nach C. Stieler. 1194.

— **Löten.**

Lötapparate für elektr. Hartlötungen in Handwerksbetrieben. 1348.

Warmwasser s. Wärmetechnik.
Warten s. Schaltanlagen.
Wechselrichter s. Stromrichter.
Wechselströme s. Theoret. Elektrot.
Wehre s. Schiffahrt.
Wehrtechnik s. Luftfahrt.
Wellenausbreitung s. Funkwesen.
Wellenstrom s. Elektr. Maschinen.
Werbung s. Ausstellungen.

Werkstatt.

Wirtschaftl. Wickeln von Feindrahtspulen. Nach A. Schmidt. 1374.

Werkstoffe s. Stoffkunde, Wärmetechnik.
Werkzeugmaschinen s. Maschinenantr.

Wetterkunde.

Flugwetterdienst. K. Bringmann. *917.

Neue Wetterempfangs- und Steuerzentralen der Reichsflugsicherung. Nach H. J. Zetzmann. 920.

Über Beziehungen der Ionosphärenschichten zu meteorologischen Einflüssen. Nach G. Leithäuser u. B. Beckmann. 933.

Wickeln s. Werkstatt.
Wicklungen s. Elektr. Masch., Transform.
Widerstand s. Leitungen, Meßkunde, Regelung, Theor. Elektrot., Wärmetechnik.
Wiederkehrende Spannung s. Überstrom.
Wirbelströme s. Theoret. Elektrot.
Wirtschaft s. Energiewirtschaft u. Abt. A V, Geschäftl. Mitt.
Zähler s. Meßkunde.
Zeitkonstante s. Kondensatoren.
Zeitschriften s. Abt. A III, Schrifttum.
Zündung s. Theoret. Elektrot.

II. Persönliches.

Auszeichnungen. 760. 784. 1208. 1358. 1383.

Hochschulnachrichten. 1071. 1127. 1256. 1383.

Jubiläum. 831. 890. 943. 1071. 1124. B. 1128. 1331.

Beck, Heinrich †. 1023 (m. Bild).
Becker, Karl. 784.
Biermann, Fritz †. 1383.
Brandis, Gustav. Von W. Bach. 1102. (m. Bild).
Brüderlink, Robert. 1383.

Coppernicus — ein deutscher Forscher. 772.

Dachler, S. 1331.
Doetsch, Carl W. H. 831.

Eggenberger, Hans. 1358.

Faudt, Hermann. 1071. B. 1128.
Feyerabend, Ernst. 1152 (m. Bild).
Flegler, Eugen. 1256.

Galvani, Luigi. Von H. Schimank. *1059.

Handel, Paul Frhr. v. 1383.

Janisch, Leopold †. Von L. Monath. 806.
Jaeger, Wilhelm †. Von v. Steinwehr. 805 (m. Bild).

Kirchhoff, Gustav Robert. Von H. Schimank. 1188.
Kollert, Julius †. 1306.
Körting, Max. 1071 (m. Bild).
Kraft, E. A. 760.
Kutzner, M. 943.

Lotz, Heinz †. 890.
Lucas, Gerhard. 890.

Marconi, Guglielmo †. 831. Von F. Schröter. 890 (m. Bild).
Meißner, Franz †. 1280 (m. Bild).

Nitsche, Rudolf. 1229.

Ohnesorge, W. 1208.

Rauschert, Paul. 1124.
Rusch, Willy. 760.
Rutherford, Lord Ernest †. 1208.

Sartori, Giuseppe †. 998.
Schiesser, Max. 1358.
Schmuck, Edmund †. 1306.
Sothmann, Peter William †. Von R. Werner. 890.
Steinmann, Heinrich. 1071.
Stuchtey, Karl. 1383.

Täuber, K. P. 1358.
Toepler, August. 1086.

Verebély, L. v. 1047.
Volpi, Giuseppe. 1168.

Weißmann, H., 1127.
Wilm, Alfred †. 1174 (m. Bild).

Zastrow, Alfred †. 1229.
Zimmermann, V. 760.
Zwygart, Alfred. 1358.

Digitized by Google

III. Schrifttum.

Neue Zeitschriften.

Literaturkartei Elektrotechnik. 801.
„Elektrotechnische Berichte". 801.
Sonderkartei VDE-Schrifttum. 1070.

Elektrotechnische Zeitschrift (ETZ).

Messehefte 1938 der ETZ. 1148. 1246.
An die Herren Verfasser von Aufsätzen. 1309.
Inhaltsverzeichnis der ETZ. 1404.

Ankündigung von Büchern.

Vortragsreihe „Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen" in Buchform. 943.
Herausgabe der Vortragsreihe „Entwicklung, Gestaltung und Verwendung elektrotechnischer Isolierstoffe" in Buchform. 1151.

Eingänge.

Bücher. 784. 808. 943. 1000. 1024. 1072. 1128. 1176. 1208. 1280. 1306. 1359. 1408.
Eingegangene Doktordissertationen. 784. 1024. 1208. 1308. 1360. 1408.
Sonderdrucke. 1308. 1360.

Verschiedenes.

Zehn Jahre Fachnormenausschuß für Bibliotheks-, Buch- und Zeitschriftenwesen. 1200.

Buchbesprechungen.

Dezimal-Klassifikation 669.71. Von Har. Müller. 1104.
DIN-Normblatt-Verzeichnis 1937. Von H. Wagner. 1359.
Energieverbrauch elektr. Großküchen in der Schweiz. Von Fr. Mörtzsch. 1231.
Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. Von H. Kalpers. 1408.
Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen. Von G. H. Winkler. 1359.
Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt XIX. Von Mittelstraß. 1230.
Patentgesetz, Erläuterungswerke. Von K. Kahle. 807.
VDE-Vorschriftenbuch. Von R. Vieweg. 806.
Vorschriften des Electrotechnicky Svaz Československy 1936. Von H. Wagner. 968.
Year-book 1937. Von J. Begrich. 1104.
100 Jahre S. I. A. Von Har. Müller. 1176.
Agte, C,. u. K. Becker, Hartmetallwerkzeuge. Von A. Krüger. 1407.

Bardin, J., s. Roth, E.
Becker, K., s. Agte, C.
Beisel, K., Neuzeitliche Gestaltung des industriellen Rechnungswesens. Von E. W. Zehme. 1332.
Bergtold, F., Antennenbuch. Von R. Moebes. 831.
Betz, H., s. Güntherschulze, A.
Blume, H., Die Führungstruppe der Wehrmacht. Von F. Moench. 1408.
Boksan, S., Nikola Tesla. Von E. Lübcke. 1000.
Bošnjaković, F., Technische Thermodynamik, Tl. 2. Von O. Schöne. 1407.
Bretscher, E., Kernphysik. Von W. Bauer. 892.
Brunner, J. R., Elementares Lehrbuch der Physik. Von W. Bauer. 999.
Bürgel, H., Deutsche Austausch-Werkstoffe. Herausg. v. G. v. Hanffstengel. Von A. Thum. 1231.

Coursey, Ph. R., Electrolytic condensers. Von L. Linder. 1332.

Damerow, E., u. A. Herr, Hilfsbuch für die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie. Von G. Masing. 892.
Degosang, O., s. Rothe, R.

Eiser, E., Energiewirtschaftsrecht. Von W. Willing. 1407.
Elten, H., s. Jungmann, R.
Espe, W., u. M. Knoll, Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik. Von H. Busch. 1406.

Faßbender, H., s. Groos, O.

Gehlhoff, K., s. Schwerdtfeger, W.
Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Von H. Menzel. 1048.
Groos, O., Einführung in Theorie und Technik der Dezimeterwellen. Herausg. v. H. Faßbender. Von F. W. Gundlach. 1406.
Gruber, B., 7 Formeln genügen im Elektrohandwerk. Von H. Laurick. 1232.
Günther, H., u. H. Richter, Schule des Funktechnikers. Von M. v. Ardenne. 1232.
Güntherschulze, A., u. H. Betz, Elektrolyt-Kondensatoren. Von G. Zickner. 1102.

Haberland, G. u. F., Gleichstromtechnik. Magnetismus und Wechselstromtechnik. Von M. Zorn. 1232.
Hague, B., Instrument transformers. Von W. Hohle. 1103.
Hanffstengel, G. v., s. Moeller, F.
— G. v., s. Bürgel, H.
Hederich, H., Der Lizenzvertrag. Von K. Kahle. 892.
Hering, W., Einführung in die elektrische Nachrichtentechnik. Von W. Pietsch. 999.
Herr, A., s. Damerow, E.
Heynemann, E. J., Lötmittel und Löten. Von A. Krüger. 1000.
Hiedl, H., Verbrauchsdiagramme von Wärmekraftanlagen. Von H. Melan. 1176.
Holland-Merten, E. L., Die Vakuumtechnik. Von H. Klumb. 999.
Hünecke, G., Gestaltungskräfte der Energiewirtschaft. Von H. Hasse. 1407.

Jungmann, R., u. H. Elten, Das internationale Patentrecht. Von K. Kahle. 1000.

Kehse, W., Die Hochspannungstechnik. Von E. Kosack. 1047.
Klement, W., Installationstechnik u. Elektromaterial für Hausanlagen. Von K. Krohne. 1102.
Klosse, E., Das Lichtbogenschweißen. Von J. C. Fritz. 832.
Knoll, M., s. Orlich, E.
— M., s. Espe, W.
Köhler, W., u. H. Pohl, Lichttechnik. Von E. v. d. Trappen. 1407.
Kosack, E., Elektr. Starkstromanlagen. Von M. Fölmer. 1047.
Krause, H., Metallfärbung. Von K. Arndt. 1359.
Krekeler, K., Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe. Von A. Krüger. 807.
Kummer, W., Das physikalische Verhalten der Maschinen im Betrieb. Von J. Tittel. 1359.
Kümmet, H., Die Auto-Elektrik. Von W. Rödiger. 1103.

Leinweber, P., Toleranzen und Lehren. Von A. Krüger. 891.
Lenard, Ph., Deutsche Physik in 4 Bänden, Bd. 1. Von W. Bauer. 806.
Lubberger, F., Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen. Von R. Rothe. 1230.

Meares, J. W., Water Power. Von A. Ludin. 891.
Michael, W., Theorie der Wechselstrommaschinen. Von C. Trettin. 1175.
Moeller, F., Elektrotechnische Berichte. Von H. Wagner. 806.
— F., u. O. Repp, Elektromotor und Arbeitsmaschine. Herausg. v. G. v. Hanffstengel. Von F. Oertel. 891.
Möller, H. G., Behandlung von Schwingungsaufgaben. Von G. Hauffe. 891.
Münzinger, F., Leichte Dampfantriebe. Von A. Zinzen. 1306.

Neher, F. L., Röntgen. Von J. Wallot. 808.
Neuber, H., Kerbspannungslehre. Von Horst Müller. 1104.

Orlich, E., u. M. Knoll, Anleitungen zum Arbeiten im Röhrenlaboratorium. Von L. Pungs. 999.

Palm, A., Elektr. Meßgeräte und Meßeinrichtungen. Von H. Piloty. 1331.
Parodi, H., u. A. Tétrel, La traction électrique et le chemin de fer. Von E. C. Zehme. 1103.
Parr, G., The low voltage cathode ray tube. Von E. Brüche. 1230.
Pohl, H., s. Köhler, W.
Prion, W., Die Lehre vom Wirtschaftsbetrieb. Von F. Meißner. 832.

Repp, O., s. Moeller, F.
Richardt, H., Elektrizitätswerk und Abnehmer. Von F. Rumpf. 1047.
Richter, H., s. Günther, H.
Roth, E., u. J. Bardin, Génératrices et moteurs a courant continu. Von R. Brüderlink. 1104.
Rothe, R., Höhere Mathematik Tl. IV, H. 4. Von H. E. Timerding. 1230.
— R., u. O. Degosang, Höhere Mathematik, Tl. IV, H. 5. Von H. Timerding. 1359.

Schmitz, H., Aus 40 Jahren Elektrowirtschaft. Von C. Weihe. 832.
Schulz, G., Formelsammlung zur praktischen Mathematik. Von R. Rothe. 1104.
— W., Elektr. Heizeinrichtungen. Von F. Mörtzsch. 1332.
Schwerdtfeger, W., Elektr. Meßtechnik I. Herausg. v. K. Gehlhoff. Von M. Fölmer. 1072.
Sinner, G., „Hütte", Taschenbuch der Stoffkunde. Von A. Thum. 1175.
Soll, K., s. Swann, W. F. G.
Stubbings, G. W., Commercial a. c. measurements. Von E. Beckmann. 999.
Swann, W. F. G., Die Architektur des Universums. Übers. v. K. Soll. Von W. Bauer. 892.

Digitized by Google

Tétrel, A., s. Parodi, H.

Thum, Anleitungsblätter für das Schweißen im Maschinenbau. Von J. C. Fritz. 807.

Ubbelohde, L., Zur Viskosimetrie. Von E. Conradi. 1176.

Vilbig, F., Lehrbuch der Hochfrequenztechnik. Von H. Faßbender. 998.

Walter, M., Strom- und Spannungswandler. Von W. Reiche. 1331.

Weickert, F., Hochspannungsanlagen. Von A. Schwaiger. 1175.

Weidling, O., Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine. Von R. Scharll. 1072.

Westphal, W. H., Physik. Von W. Bauer. 1231.

Wigge, H., Hochfrequenzmeßtechnik. Von J. Großkopf. 1331.

Zschimmer, E., Deutsche Philosophen der Technik. Von C. Weihe. 1048.

IV. Verbandsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Ausschüsse.

(Änd. = Änderungen und Nachträge zu früheren Fassungen und bestehenden Bestimmungen. Entw. = vollständiger Abdruck von Entwürfen.)

Ausschuß für Bahnwesen.

VDE 0115/1934 „Vorschr. nebst Ausführungsreg. f. elektr. Bahnen V.E.B." Änd. 1045.

Einführung z. d. Prüfvorschr. d. elektr. Bremsung i. d. R.E.B. 1938. K. Lüdde. *1055.

Ausschuß f. Beleuchtungskörper.

VDE 0710 „Vorschr. f. elektr. Beleuchtungskörper u. Leuchten f. 250 V f. trockene Räume." Entw. 1149.

Aussch. f. Bergwerksanlagen.

VDE 0118/1937 „Vorschr. f. d. Errichtung elektr. Anlagen i. Bergw. unt. Tage (B. u. T.)." Änd. 1355.

Ausschuß f. Betriebsvorschriften.

VDE 0134 „Anl. z. ersten Hilfe bei Unfällen". 1021.

VDE 0425/1936 „Vorschr. f. Spannungssucher bis 1000 V". Änd. 1045.

Aussch. f. elektr. Bahnausrüstung.

Vorschlag für die Berücksichtigung hochhitzebeständiger Isolierstoffe in VDE 0530 und 0535. 1069.

Ausschuß für Elektromedizin.

VDE 0751 „Vorschr. f. elektromedizin. Hochfrequenzger. z. Diathermie, Hochfrequ.-Chirurgie, Kurzwellentherapie". Entw. 965.

Ausschuß f. Elektrowärmegeräte.

VDE 0720/1937 „Vorschr. f. Elektrowärmegeräte". Änd. 802.

VDE 0725 „Vorschr. f. schmiegsame Elektrowärmegeräte". Entw. 756.

Aussch. f. Errichtungsvorschr. I.

VDE 0100/1936 „Vorschr. nebst Ausf.-Reg. f. d. Errichtung v. Starkstromanl. m. Betriebsspann. unt. 1000 V, V.E.S. 1". Änd. 1329. Änd. 1405.

Aussch. f. Errichtungsvorschr. II.

VDE 0101/1934 „Vorschr. nebst Ausführungsreg. f. d. Errichtung v. Starkstromanl. m. Betriebsspann. v. 1000 V u. darüber V.E.S. 2". Änd. 1045. Änd. 1405.

Aussch. f. Fernmeldeanlagen.

VDE 0800 „Vorschr. u. Reg. f. d. Errichtung elektr. Fernmeldeanl. V.E.F.". Änd. 1405.

Ausschuß f. Fernmeldetechnik.

Normblatt DIN VDE 1205 U „Trockenelemente ZKT". 1173.

Normblatt DIN VDE 1206 „Naßelemente ZKN". Änd. 1173.

Ausschuß für Freileitungen.

VDE 0210/1936 „Vorschr. f. d. Bau v. Starkstrom-Freil. V.S.F.". Änd. 1046. B. 1098. Änd. 1304. 1383.

VDE 0210 U/1937 „Umstell-Vorschr. f. d. Bau v. Starkstrom-Freil. V.S.F." 996. Änd. 1304.

Aussch. f. Hochfrequenztechnik.

VDE 0855/1936 „Vorschr. f. Antennenanlagen". Änd. 755. 1045. 1405.

Normblatt DIN VDE 1519 „Rundfunkgerät, Steckvorrichtung für Lautsprecher". Entw. 1095.

Normblatt DIN VDE 1522 „Rundfunkgerät, Stecker für Antenne und Erde". Entw. 1095.

Normblatt DIN VDE 1523 „Steckvorrichtung für Tonabnehmer u. Mikrophone". Entw. 1098.

Normblatt DIN VDE 1550 „Rundfunkgerät. Skalenlampen". Entw. 1100.

Normblatt DIN VDE 1560 „Fünfpoliger Seitenkontaktsockel". Entw. 1101.

Normblatt DIN VDE 1561 „Röhrensockel m. 5 Seitenkontakten". Entw. 1099.

Normblatt DIN VDE 1564 „Achtpoliger Seitenkontaktsockel". Entw. 1096.

Normblatt DIN VDE 1565 „Röhrensockel mit 8 Seitenkontakten". Entw. 1097.

Normblatt DIN VDE 1590 „Rundfunkgeräte, Betätigungsrichtung". Entw. 1098.

Aussch. f. Installationsmaterial.

VDE 0605 „Vorschr. f. Installationsrohre f. elektr. Anl.". Entw. 1381.

VDE 0610 U „Umstell-Vorschr. f. d. Konstr. u. Prüfg. v. Install.-Mat. bis 750 V Nennspann.". 1045.

VDE 0620 „Vorschr. f. Steckvorricht. bis 750 V, 100 A". Entw. 1251. 1275. Einspruchsfrist. 1405.

VDE 0632 „Vorschr. f. Schalter bis 750 V, 25 A". Entw. 1201. Einspruchsfrist. 1405.

Normblatt DIN VDE 9070 „Unterputzdosen aus Isolierstoff". Entw. 942.

Normblatt DIN VDE 9402 „Zweipolige Steckdose". Entw. 828.

Normblatt DIN VDE 9403 „Zweipoliger Stecker". Entw. 831.

Normblatt DIN VDE 9424 „Wandsteckdose". Entw. 829.

Normblatt DIN VDE 9425 „Wandstecker". Entw. 830.

Normblatt-Änderungen. 802.

Ausschuß für Isolatoren.

VDE 0446 U/1937 „Umstell-Vorschr. f. d. Prüf. v. Isolat. aus keramisch. Werkstoffen v. Spann. v. 1000 V an". 995.

Normblatt DIN VDE 8007 U „Kappenisolatoren Reihe K mit gekitteter Klöppelbefestigung". 995.

Normblatt DIN VDE 8009 U „Vollkernisolatoren Reihe VK mit gekitteter Kappenbefestigung". 995.

Aussch. f. Klemmenbezeichnungen.

VDE 0570 „Reg. f. Klemmenbezeichnungen". Entw. 779.

Ausschuß für Maschinen.

VDE 0530/1934 „Reg. f. d. Bewert. u. Prüfg. v. elektr. Masch. R.E.M." Änd. 1021. 1382.

Vorschlag für die Berücksichtigung hochhitzebeständiger Isolierstoffe in VDE 0530 und 0535. 1069.

Aussch. f. Schalt- u. Steuergeräte.

VDE 0650 U/1937 „Umstell-Vorschr. f. d. Bewert. u. Prüf. v. Anlassern u. Steuergeräten". Abweichung gegen VDE 0650/1933. 804.

VDE 0660 U/1937 „Umstell-Vorschr. f. d. Konstrukt., Prüf. u. Verwendg. v. Schaltgeräten bis 500 V Wechsel- u. 3000 V Gleichspann.". Abweichung gegen VDE 0660/1933. 805.

Aussch. f. Transformatoren.

VDE 0532/1934 „Reg. f. d. Bewert. u. Prüfg. v. Transform. R.E.T.". Änd. 1022. 1383.

Ausschuß f. Wandler.

VDE 0414/1937 Ergänzungen zu „Regeln f. Wandler R.E.W.". 941.

Normblätter.

DIN VDE 1205 U „Trockenelemente ZKT". 1173.

DIN VDE 1206 „Naßelemente ZKN". Änd. 1173.

DIN VDE 1519 „Rundfunkgerät, Steckvorrichtung für Lautsprecher". Entw. 1095.

DIN VDE 1522 „Rundfunkgerät, Stecker für Antenne und Erde". Entw. 1095.

DIN VDE 1523 „Steckvorrichtung für Tonabnehmer u. Mikrophone". Entw. 1098.

DIN VDE 1550 „Rundfunkgerät. Skalenlampen". Entw. 1100.

DIN VDE 1560 „Fünfpoliger Seitenkontaktsockel". Entw. 1101.

DIN VDE 1561 „Röhrensockel mit fünf Seitenkontakten". Entw. 1099.

DIN VDE 1564 „Achtpoliger Seitenkontaktsockel". Entw. 1096.

DIN VDE 1565 „Röhrensockel mit 8 Seitenkontakten". Entw. 1097.

DIN VDE 1590 „Rundfunkgeräte. Betätigungsrichtung". Entw. 1098.

DIN VDE 8007 U „Kappenisolatoren Reihe K". 995.

DIN VDE 8009 U „Vollkernisolatoren Reihe VK". 995.

DIN VDE 9070 „Unterputzdosen aus Isolierstoff". Entw. 942.

DIN VDE 9402 „Zweipolige Steckdose". Entw. 828.

DIN VDE 9403 „Zweipoliger Stecker". Entw. 831.

DIN VDE 9424 „Wandsteckdose". Entw. 829.

DIN VDE 9425 „Wandstecker". Entw. 830.

Neu erschienene Normblätter für Elektrotechnik. 1070.

Digitized by Google

Prüfstelle des VDE.

Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens. 889. 943.

Geschäfts- und Prüfordnung der VDE-Prüfstelle. 1071.

Erlöschen von Prüfzeichengenehmigungen. 1099. 1405.

Firmenkennfäden in isolierten Leitungen. 1151.

Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung der Verbandskennzeichen. 1206.

Beurteilung von elektrotechnischen Erzeugnissen im Hinblick auf den Vierjahresplan. 1303.

Mitgliederversammlung.

39. Mitgliederversammlung des VDE in Königsberg/Pr. vom 5. bis 8. August 1937. 755. 827.

VDE-Fachberichte 1937. Programmheft. 828. Erscheinen. 1381.

Den deutschen Elektrotechnikern zum Gruß. 833.

Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. R. Bingel, A. Bürklin, O. Clemens, F. Finck, H. Fischer, G. Flanze, A. Gehrts, W. Grünefeldt, E. Hueter, W. Kaufmann, H. Klewe, M. Kloß, O. H. Knoll, Fr. I. Knoops, C. Körfer, R. Küchler, E. Lübcke, G. Lucas, H. Meyer-Delius, A. Palm, H. Probst, A. Rachel, H. Reckenthäler, W. Rier, K. Rißmüller, M. Schenkel, R. Schimpf, P. Schlüsser, I. Sihler, W. Stäblein, H. Stock, R. Swinne, R. Tröger, R. Vieweg, W. Vogel, M. Walter. 834.

Tätigkeitsbericht des VDE 1936/37. H. Blendermann. 861.

Neuere Entwicklungslinien der Elektrizitätsversorgung. C. Krecke. Vortr. *869.

Die 39. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Königsberg. Har. Müller. *945. B. 1072.

Die Jungingenieurtagung 1937 in Königsberg. H. Hasse. *950.

Rede des Vorsitzenden des VDE., Reichspostministers Dr.-Ing. E. h. W. Ohnesorge, auf der Mitgliederversammlung des VDE 1937. 1125.

VDE-Mitgliederversammlung 1938. 1303.

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1938. 1303.

Verschiedenes.

Übersetzungen von VDE-Arbeiten. 760.

Schrifttumsübersichten der Elektrotechnik. 801.

Rohstoffbewirtschaftung. 802.

Reichsparteitag 1937. 889.

Deutsches Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (DK der IEC). 889.

Neu erschienene VDE-Arbeiten. 760. 831. 889. 1173.

Sonderkartei VDE-Schrifttum. 1070.

Der „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan". N. Lieber. *1105. 1126.

Tagung der IFK in Oslo. 1126.

Deutscher Ausschuß der CIGRE. 1173.

Neue VDE-Mitgliedsbeiträge für 1938. 1281.

Geschichte der Elektrotechnik. 1329.

Sicherheitsgedanken in der Elektrotechnik. Nach Dransfeld. Vortr. 1405.

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF)

AEF-Normen. 750.

Bezirk Berlin-Brandenburg

(vorm. Elektrot. Verein).

Veranstaltungen.

Bezirksversammlung. 1046. 1151. 1279.

Fachversammlung in Frankfurt/Oder. 1127. 1279. 1305.

Fachversammlung in Landsberg/Warthe. 1174. 1206. 1330.

Fachgebiet „Elektr. Antriebe, Industrieanlagen". 1330.

Fachgebiet „Elektr. Bahnen". 1229.

Fachgebiet „Elektrophysik". 1330. 1358.

Fachgebiet „Hochspannungsgeräte". 1305.

Fachgebiet „Leitungstelegraphie und -telephonie". 1071. 1305. 1329.

Fachgebiet „Stromrichter". 1206. 1229.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure 760. 1127. 1151. 1174. 1207. 1229. 1254. 1279. 1305. 1330. 1358.

Besichtigung des Boberkraftwerkes. 1046. 1101.

Besichtigung des Dynamowerkes der Siemens-Schuckertwerke AG. 1229.

Besichtigung der Rundfunkgeräte-Fabrikation der C. Lorenz AG. 1254.

Besichtigung der Henschel-Flugzeugwerke AG., Schönefeld. 1330. 1358.

Fest der Technik. 1151.

Gesellschaftsabend. 1279.

Vorträge.

Matthias, A., Modellversuche über Blitzeinschläge. *881. *928. *973.

Vortragsreihe „Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen in Buchform". 943.

Herausgabe der Vortragsreihe „Entwicklung, Gestaltung und Verwendung elektrotechnischer Isolierstoffe" in Buchform. 1151.

Vortragsreihe „Partielle Differentialgleichungen in der Elektrotechnik". 1127. 1207.

Verschiedenes.

Kundgebung der Technik „Deutsche Werkstoffe". 1100.

Redner-Seminar für Jungingenieure. 1305.

Andere Bezirke des VDE.

Bezirk Ruhr-Lippe. 1405.

Bezirk Köln. 805.

Bezirk Nordhessen. 1330.

Sitzungskalender. 943. 968. 998. 1023. 1071. 1101. 1127. 1151. 1174. 1207. 1229. 1254. 1279. 1305. 1330. 1358. 1405.

Fremde Vereine und Verbände.

75. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure. 988.

Tagung des Reichsinnungsverbandes des Elektro-Installateur-Handwerks. 936.

Tagung für Elektrizitäts- und Gaswirtschaft in Graz. 1018.

Preisausschreiben der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung, E. V. Berlin. 1168.

Die Gründung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft. G. Dettmar. *1287.

Jubiläumstagung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft. H. G. Fühling. *1288.

Veranstaltungen anderer Vereine. 784. 892. 944. 1000. 1048. 1128. 1152. 1232. 1256. 1280. 1308. 1332.

V. Geschäftliche Mitteilungen.

Außenhandel.

Deutscher Elektro-Außenhandel Januar—Juni 1937. 1019; Januar—September 1937. 1327.

Elektroeinfuhr 1936 von Estland, Lettland, Litauen. 754.

Finnlands Elektroeinfuhr 1936. 1172.

Norwegens Elektroeinfuhr 1936. 1172.

Österreichischer Elektroaußenhandel 1936. 1124.

Der elektrotechnische Außenhandel der Tschechoslowakei. 1379.

Weltelektroausfuhr Januar–September 1937. 1380.

Elektrizitätswerk Lübeck, 50jähriges Betriebsjubiläum. 1327.

Elektroindustrie.

Beschäftigung der Elektroindustrie. 800.

Die Elektroindustrie Lettlands. 800.

Die Elektroindustrie Ungarns. 800.

Die Elektroindustrie (VDE-Bericht). 834.

Gründung der Ruhr-Elektrizitäts-G. m. b. H. 1018.

Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie im zweiten Vierteljahr 1937. 1274.

Elektrotechnische Erzeugung Japans. 1274.

Erzeugung der kanadischen Elektroindustrie. 1274.

Absatz elektr. Haushaltgeräte in Deutschland. 1380.

Handelsregistereintragungen. 800. 1019. 1124. 1380.

Jahresberichten. Aus den – – deutscher Elektrizitätswerke.

AG., Thüringische Werke, Weimar. 1377.

Amperwerke Elektricitäts-AG., München. 753.

Bayerische Elektricitäts-Werke, München. 1377.

Bayernwerk AG., München. 1377.

Berliner Kraft und Licht (Bewag) AG., Berlin. 753.

Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Bln. 1377.

Elektricitätswerk Südwest AG., Bln.-Schöneberg. 1377.

Elektricitätswerk Unterelbe AG., Hamburg-Altona. 1377.

Elektrizitätsverband Gröba (Zweckverband), Radebeul. 753.

Digitized by Google

Elektrizitäts-Versorgung Württemberg AG., Stuttgart. 1377.
Elektrizitätswerke der Hansestadt Köln, Köln a. Rh. 753.
Elektrizitätswerk Schlesien AG., Breslau 1377.
Elektrowerke AG., Bln. 1377.
Großkraftwerk Mannheim AG., Mannheim. 753.
Hannover-Braunschweig. Stromversorgungs-AG., Hannover. 1377.
Kommunales Elektrizitätswerk Mark, Hagen. 1377.
Kraftübertragungswerke Rheinfelden. 1377.
Landeselektrizität G. m. b. H. Halle (Saale). 753.
Landeskraftwerke Leipzig AG., Kulkwitz. 753.
Main-Kraftwerke AG., Frankfurt a. M.-Höchst. 753.
MEW. Märkisches Elektricitäts-Werk AG., Bln. 1377.
Mitteldeutsche Kraftwerke Magdeburg AG., Magdeburg. 753.
Mittlere Isar AG., München. 753. 1377.
Neckarwerke AG., Eßlingen a. Neckar. 1377.
Nordwestdeutsche Kraftwerke AG., Hamburg. 753.
Ostpreußenwerk AG., Königsberg i. Pr. 1377.
Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern AG., Waldshut am Rhein. 753.
Rhein-Main-Donau AG., München. 753.
RWE, Rheinisch-Westfäl. Elektrizitätswerk AG., Essen. 753.
Schlesische Elektricitäts- u. Gas-Act.-Ges., Breslau. 1377.
Städt. Elektrizitätswerke München. 753.
Städtische Wasser, Gas- und Eltwerke, Mannheim. 753.
Stadtwerke Leipzig, Elektrizitätswerk, Leipzig. 753.
Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Gotha. 1377.
Thüring. Landeselektrizitäts-Versorgungs-AG. (Thüringenwerk), Weimar. 1377.
Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG., Saarbrücken. 753. 1377.
Walchenseewerk AG., München. 753. 1377.

Magnet-Schultz G. m. b. H., 25 jähriges Jubiläum. 800.

Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Ges. A.G., Gotha, 25 jähriges Jubiläum. 800.

Digitized by Google

B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis, sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II des Sachverzeichnisses.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die ETZ. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. — Bespr. = Besprechung. *Arch.* = Archiv f. Elektrotechn. Bd. 31 (1937). — *Fachber.* = VDE-Fachberichte, Bd. 9 (1937). — Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Aall, Chr., Über den Einfluß der Magnesia auf den Gang eines Karbidofens. 1166.

Adam, W. M., Der Ajax-Hultgren Salzbadofen. 1038.

Adler, H., Neuere Gesichtspunkte für den Bau von Kinogleichrichtern. 954. *Fachber. 82.*

Aigner, V., Über den Sicherheitsgrad von Hochspannungsanlagen. *1257.

– V., Ausnutzung von vorhandenen Kabeln unter Benutzung des Bleimantels als vierten Leiter. 952. *Fachber. 37.*

Alber, S., Bruchlastfaktor und mechan. Sicherheit bei der Berechnung von Freileitungen. 1221.

Albers-Schönberg, E., Poröse keramische Stoffe für die Zwecke der Hochfrequenzisolation. 960. *Fachber. 224.*

Allibone, T. E., D. B. McKenzie u. F. R. Perry, Stoßwellenvorgänge in Transformatorwicklungen. 1011.

Almási, J., Spannungsverlust bei Einankerumformern auf Grund experimenteller Untersuchungen. 1347. *Arch. 767.*

Altbürger, P., Phasenschieber-Kondensatoren in Überlandnetzen. *1121. *1169.

Anderegg, E., Zur Wirtschaftlichkeit der Nahverkehrsmittel: Straßenbahn, Autobus u. Obus. 1378.

Andritzky, M., Dampfkosten bei großen Rohbraunkohle-Elektrizitätswerken von 1915 bis 1930. 1273.

Anschütz, H., u. M. Stöhr, Über die Anwendung von Stromrichtern für motorische Antriebe. 1087.

– H., Über Gleichrichteranlagen mit geringem Spannungsabfall. *1135.

Ardenne, M. v., Messungen über das Nachleuchten von Elektronenstrahloszillogrammen an Schirmen mit langer Abklingzeit. 984.

Aretz, E., Über das Wesen der stabilen Gleichgewichtszustände bei Reihenschaltung von Eisendrossel und Kondensator. *1160.

Armstrong, M., u. J. C. Owen, Die Zukunft der Elektrowagen. 1298.

Arndt, K. (Bespr.), H. Krause, Metallfärbung. 1359.

– W., Die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges. 797.

– W., Wandel der Anschauung bei der Bewertung von Beleuchtungsanlagen. Vortr. 1289.

Arnold, A. H. M., Wechselstromleiter mit geringen Wirbelstromverlusten. 1035.

Arzmaier, A. u. V. Zahrt, Die Mittelfrequenztelegraphie. 959. *Fachber. 201.*

August, G., Die Regelung von Wechselstromnetzen nach der Synchronuhrzeit. *1395.

Avramescu, A., Ladung von Sammlerbatterien mit Trockengleichrichter. 1296.

Aymanns, K., Eine neuartige, vereinfachte Zwölfphasenschaltung für Gleichrichteranlagen. 954. *Fachber. 74.*

Baatz, H., Hochfrequente Ausgleichvorgänge bei Betriebs- und Fehlerschaltungen in Drehstrom-Hochspannungsnetzen. 1240.

Babat, G. I., u. J. A. Kazman, Stromrichter mit voreilendem Leistungsfaktor und Stromrichter-Phasenschieber. 1400.

Bach, W., Gustav Brandis. 1102.

Balzer, K., Ein Beitrag zum Mehrwelligkeitsproblem von piezoelektr. Quarzscheiben. 1167.

Banneitz, F., Die neue Fernsehnorm der Deutschen Reichspost. Vortr. 1392.

Bär, W., s. Güntherschulze, A.

Baranowsky, R., Der Wellenmangel in der EW-Telephonie und Wege zu seiner Beseitigung. 958. *Fachber. 179.*

Bartelds, J. W., Elektr. Raumheizung in der Provinz Utrecht. 748.

Bätz, K., Zusatzschwungräder für mit Kolbenmaschinen gekuppelte elektr. Maschinen. *1033.

Baudisch, K., Stromrichter für Walzwerkantriebe. 955. *Fachber. 122.*

Bauer, H., Über die Versorgung der Werften mit Schweißstrom. 955. *Fachber. 113.*

– W. (Bespr.), W. F. G. Swann, Die Architektur des Universums. 892.

– W. (Bespr.), Ph. Lenard, Deutsche Physik in 4 Bänden, Bd. 1. 806.

– W. (Bespr.), E. Bretscher, Kernphysik. 892.

– W. (Bespr.), J. R. Brunner, Elementares Lehrbuch der Physik. 999.

– W. (Bespr.), W. H. Westphal, Physik. 1231.

Beckmann, B., s. Leithäuser, G.

– E. (Bespr.), G. W. Stubbings, Commercial a. c. measurements. 999.

Begrich, J. (Bespr.), Year-book 1937. 1104.

Behrens, P., u. H. Hutter, Schwingungsversuche mit Stahlaluminium- und Kupferhohlseilen für Hoch- und Höchstspannungsleitungen. 1035.

– P., Das Fetten von Freileitungsseilen. 1087.

Békésy, G. v., Über die photoelektr. Fourier-Analyse eines gegebenen Kurvenzuges. 1166.

Bellaschi, u. Teague, Die elektr. Festigkeit der Transformatorisolation. 824.

Benjamin, M., C. W. Cosgrove u. G. W. Warren, Aufbau und Herstellung neuzeitlicher Empfangsröhren. 821.

Benkert, L., Funksenderzentralen der Reichsflugsicherung. *909.

Bergtold, F., Störbeeinflussung der Rundfunkempfangsanlage und Erdung des Antennentragrohres. *817.

– F., Die Bedeutung der Antennenkapazität für geschirmte Rundfunk-Empfangsanlagen. *1007.

Bilek, J., Elektromechan. Arbeitsübertragung für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. 1089.

Binder, L., Oszillograph und Beobachter in einer Kugel bei 1 Million Volt gegen Erde. *1187.

Bingel, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.

Birett, H., Der Elektroeinzelantrieb von Werkzeugmaschinen. *1065.

Blancherie, R., Verkehrsregelung durch die Fahrzeuge selbst. 1402.

Blendermann, H., Tätigkeitsbericht des VDE 1936/37. 861.

Blondel, A., Entwicklung der Verfahren zur Berechnung von Schaltvorgängen. 1198.

Blum, E., u. W. Finkelnburg, Die Messung von Blitzstromstärken. Brf. 1175.

Böhm, O., s. Domsch, H.

Boland, E. J., Messung von kombiniertem Kraft- und Lichtverbrauch. 1165.

Böning, P., Über ein graphisches Verfahren zur Integration von Differentialgleichungen der Elektrotechnik. 933. *Arch. 545.*

Borgquist, W., Dauerzähler zur Aufnahme von Dauerkurven. Brf. 1384.

– W., Verwendungen der Dauerkurve. Brf. 1384.

Boersch, H., Über Bänder bei Elektronenbeugung. Vortr. 1394.

Bostwick, M. A., s. Parsons, J. M.

Boughton, W. V., Die heutige und zukünftige Anwendung der Elektrotechnik in der Luftfahrt. 1401.

Bouwers, A., u. A. Kuntke, Ein Generator für 1500 kV Gleichspannung gegen Erde. 1164.

Boyson, J., Gebührenzählung während der Ferngespräche. 1039. B. 1072.

Digitized by Google

Brecht, W., F. Schmid u. R. Vieweg, Elektr. Ladungserscheinungen an Papieren. 1270.
Brenner, A., Dickenmessung von Nickelüberzügen. 1064.
Briebrecher, H., Bedeutung und Verbreitung der Alkali-Photozelle in lichtgesteuerten Anlagen. *1351.
Bringmann, K., Flugwetterdienst. *917.
Brockhaus, G., Der Freistrahlschalter in Trennschalter - Bauform. 954. *Fachber. 87.*
Brown, H. G., Die industrielle Anwendung der Akkumulatorenbatterien. 1244.
— W. C., Fortschritte der Beleuchtungstechnik in den V. S. Amerika im Jahre 1936. 1037.
Brüche, E. (Bespr.), G. Parr, The low voltage cathode ray tube. 1230.
Bruckman u. Reynst, Verfahren zur Messung der störenden Drehmomente bei Elektrizitätszählern. 1061.
Brückmann, H., u. R. Seidelbach, Trägersteuerung am Großrundfunksender Leipzig. 1166.
Brüderlink, R. (Bespr.), E. Roth u. J. Bardin, Génératrices et moteurs a courant continu. 1104.
Brüger, R., Bordfunkgeräte auf Verkehrsflugzeugen. *915.
Buchholz, F. K., A. Ziegler u. E. Voos, Über den Einfluß der Lichtbogenspannung auf den Betrieb des Elektrostahlofens. 1224.
— H., Die hochfrequente Wirbelströmung im kreiszylindrischen Schirmleiter verdrillter Leiterpaare. 1120. *Arch. 507.*
Buchmann, E., Die Versorgung von Teilnehmern mit Rundfunkprogrammen über Leitungen mittels Trägerwellen. 822.
Buchmüller, F., u. H. König, Präzisionsphotometrie von Glühlampen mit Selen-Sperrschichtzellen. 985.
Büchner, A., s. Neumann, H.
Buff, C. T., Steuergleichrichter für elektr. Anlagen in der Industrie. 1165.
Buhl, P., u. H. Masukowitz, Elektrodampfkessel: Eigenart, Wirtschaftlichkeit und Anwendung. 1267.
Builder, G., s. Green, A. L.
Buell, R. C., Verbesserte Spannungshaltung durch Reihenkondensatoren. 1117.
Bulling, K., Selbstfahrender, benzinelektrischer Stromerzeugungs- und Umformersatz. 885.
Büngner, W., u. W. Hammerschmidt, Al-Verbindungen in der Elektrotechnik. 1064. B. 1232.
Bürklin, A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Burrows, Ch. R., Wellenausbreitung in der drahtlosen Telegraphie und Oberflächenwelle. 1039.
Busch, H. (Bespr.), W. Espe u. M. Knoll, Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik. 1406.
Busignies, H., u. B. Damyanowitch, Der Funkpeilkompaß und seine Anwendung in der Luftfahrt. 1349.
Buss, K., Stoßgenerator für 1400 kV gegen Erde in zwei Stufen. 1400.
Bütow, W., Ergänzende Bemerkungen zum Abschnitt „Relais" in Heft 31 der ETZ. 1128.
Buttler, J. W., u. C. Concordia, Probleme bei der Verwendung von Reihen-Kondensatoren. 1321.
Buzzard, R. W., u. J. H. Wilson, Anodische Schutzschicht auf Magnesiumlegierungen. 1228.

Calabrese, G., Vereinfachter Schutz von Erdungstransformatoren. 1192.
Causemann, J., Elektrowärmegerät mit Wirbelstrom-Widerstandsheizung. 1013.
Clark, F. M., Die elektr. Festigkeit von nicht entflammbaren synthetischen Isolierölen. 1299.
Clemens, O., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Clergeot, A., Der elektr. Lichtbogenofen in der Stahlgießerei. 1014.
Collet, L.-J., Der Begriff des Leitwertes bei der Untersuchung der Irrströme. 1195.
— L.-J., Einige Eigenschaften des Feldes der Irrströme. 1196.
Compton, A. H., Die Korpuskularnatur der Höhenstrahlung. 771.
Concordia, C., u. H. Poritsky, Synchronmaschine mit massivem Walzenläufer. 768.
— C., s. Buttler, J. W.
Conrad, F., Versuch zur Rundfunkentstörung einer Hochspannungsleitung auf einem begrenzten Abschnitt. *813.
Conradi, E., Über das Bewegungsspiel von Fasern und Staubteilchen bei elektr. Beanspruchung verschiedener Kohlenwasserstoffe und über die Beeinflussung der Ölfestigkeit durch Feuchtigkeit, Luft und Fasern. 1120. *Arch. 667.*
— E. (Bespr.), L. Ubbelohde, Zur Viskosimetrie. 1176.
Cosgrove, C. W., s. Benjamin, M.
Courtin, E., Elektr. Regelfragen in Industriekraftanlagen und -netzen. *1025.
Crane, H. R., Hochspannungsanlage für Versuche zur Kernaufspaltung. 1324.
Cremer-Chapé, M., Nutzbremse bei Straßenbahnen. 1298.
Cuilhé, J., s. Gorce, P. de la.
Curtius, E. W., Meßtechn. Untersuchung der Reichsbahn-Schnellzugslokomotive Reihe E 18 bei Schnellfahrten und Höchstleistungsfahrten. 1165.
Cymboliste, M., Die Härte von Elektrolytchrom. 1167.

Dall, Th., Vorschlag einer Prüfvorschrift für Wirtschaftlichkeitsprüfungen elektr. Haushaltbacköfen. 1344.
Damyanowitch, B., s. Busignies, H.
Davenport s. Gilkeson.
Dauvin, J., Erdungen für Wählerämter in ländlichen Bezirken. 1038.
Dawson, J. W., Stromrichtergesteuerte Nahtschweißmaschinen. 932.
Deißler, O., Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn W. Schrank. 1127.
Denstaedt, E. C., s. White, E. L.
Dettmar, G., Die Gründung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft. *1287.
Diefenbach, Urdoxwiderstände als Lautstärkenregler. 1350.
Di Pieri, C., s. Pugno Vanoni, E.
Dobenecker, O., Leitfähigkeitsmessungen in der Betriebskontrolle und Betriebsregelung. Vortr. 1391.
Dobmaier, Die Fernmelde-Kabelanlagen der Höllental- und Dreiseenbahn. 1038.
Domsch, H., u. O. Böhm, Ein neues Sprechstellenprüfgerät. 1014.
Dorgelo, E. G., Wassergekühlte Quecksilberdampflampen. 1297.
Dosse, J., Die Elektronenverteilung im Brennfleck von Röntgenröhren. 962. *Arch. 534.*
Doetsch, C. W., Vor 25 Jahren: Das deutsche Kolonial-Funknetz. 823.
Douglas, J. F. H., Der Blindwiderstand der Spulenköpfe. 768.
Dowell, J. C., u. C. M. Foust, Stoßspannungs-Überschlagwerte von Isolatoren und techn. Anordnungen. 826.
Dransfeld, Sicherheitsgedanken in der Elektrotechnik. Vortr. 1405.
Dresler, A., Die spektrale Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges. 1012.
Driller, A., Der Leistungsfaktor in der Elektrowärme. 955. *Fachber. 109.*
Dumas, J., Elektr. Betrieb auf der Strecke Paris—Le Mans. 1297.
Dunsheath, P., Absatzloses Aufpressen von Kabelbleimänteln. 1011.
Dyer, L. W., Verwendung von Kondensatoren zur Auslösung von Schaltern. 1265.
Dykes, P. de K., s. Skilling, H. H.

Earp, C. W., u. S. Hill, Gemeinschaftsantennensystem für Rundfunkverteilung. 1196.
Ebert, H., u. A. Kußmann, Änderung der Sättigungsmagnetisierung durch allseitigen Druck. 1301.
Eberwein, J., Elektr. Glühöfen mit Schutzgas in den V. S. Amerika. 1323.
Eckart, G., s. Plendl, H.
Eckersley, T. L., Beugung und Brechung von Ultrakurzwellen. 1200.
Eddy, G. A., Die Anwendung des Natriumlichtes für Landstraßenbeleuchtung. 1225.
Eichler, F., Kompensationsmeßgeräte mit selbsttätiger Abgleichung. 1266.
Eicke, H., s. Grassmann, P.
Elsner, R., Übertragung von Stoßspannungen auf die Unterspannungsseite von Drehstrom-Transformatoren. 1163.
Ende, E. v., Neuzeitliche Gleitlager für Elektromotoren. *1085.
Erich, M., Gütesteigerung von Stromwandlern. *741.
Erk, S., A. Keller u. H. Poltz, Die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen. 1270.
Ernsthausen, W., Über die Verzerrungen des Niederfrequenz-Kondensatormikrophons. 798. *Arch. 487.*
Evans, R. D., u. A. C. Monteith, Analytische Ermittlung der wiederkehrenden Spannung und ihre Bestimmung mittels Messungen an Netzmodellen. 1192.

Fahrentholz, S., J. Kluge u. H. E. Linckh, Neue Quarzdruckmeßkammern. 934.
Fargeas, L., Eine Kabellinie für 150 kV. 767.
Faßbender, H., Einführung zur VDE-Gruppe „Funktechnik". 960. *Fachber. 223.*
— H. (Bespr.), F. Vilbig, Lehrbuch der Hochfrequenztechnik. 998.
Faye-Hansen, K., Belastung und Stützung des Sternpunktes in Netzen mit Spartransformatoren. Brf. 1256.
Fendler, E., Der Fernempfang ultrakurzer elektromagnetischer Wellen. 1225.
Finck, F., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Finkelnburg, W., s. Blum, E.

Digitized by Google

Fischer, F., u. F. Lüdi, Die Posthumus-Schwingungen im Magnetron. 1227.
— G., Erdschlußanzeige mittels Kabelumbauwandler und Drehwähler in Kabelnetzen mit nicht geerdetem Sternpunkt. 1399.
— H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
— W., Einführung zur VDE-Gruppe Elektrowärme. 955. *Fachber. 103.*
Flanze, G., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Flegler, E., Die Ausbildung von Ionisierungsvorgängen in Gasen. *1262.
Fleischer, W., Zeitgemäße und zweckentsprechende Anforderungen an Fernmeßanlagen. 957. *Fachber. 170.*
Fölmer, M. (Bespr.), E. Kosack, Elektr. Starkstromanlagen. 1047.
— M. (Bespr.), W. Schwerdtfeger, Elektr. Meßtechnik. 1072.
Forberger, R., Akustikverbesserung in Kirchen. *926.
Forster, D. E., Ist der Luxemburgeffekt eine Täuschung? 1196.
Förster, F., Meßverfahren zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls und der Dämpfung von Werkstoffen. 1246.
Fortescue, C. L., Die Theorie und der Entwurf von Hitzdraht-Strommessern für Frequenzen von 25 bis 100 MHz. 885.
Foust, C. M., s. Dowell, J. C.
Franz, E., s. Trendelenburg F.
Frey, E., Feuermelde- und Alarmanlage in Basel. 1014.
Friedrich, H., Die Überseefunkstelle der Reichsflugsicherung in Hamburg/Quickborn. *907.
Fritsch, V., Internationaler Kongreß für Kurzwellen in Physik, Biologie und Medizin, Wien, 12. bis 17. 7. 1937. 1147.
— V., Zum Prinzip der Widerstandsverfahren der Funkmutung. *1241.
Fritz, J. C. (Bespr.), Thum, Anleitungsblätter für das Schweißen im Maschinenbau. 807.
— J. C. (Bespr.), E. Klosse, Das Lichtbogenschweißen. 832.
Fröhmer, C., Röhrenstoßregler für Wechselstromgeneratoren bei Stoßbelastungen. 957. *Fachber. 153.*
Frost, P. B., Die Entwicklung der Starkstromanlagen und ihre Rückwirkung auf den Fernmeldebetrieb. 1147.
Frühling, H. G., Jubiläumstagung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft. *1288.

Gage, H. P., u. N. Macbeth, Filter zur Erzeugung künstlichen Tageslichtes. 1145.
Garrard, C. C., Weiterentwicklung der Ölschalter in England. 768.
Garrett, P. B., Befeuerung der San Franzisko-Oackland Bay-Brücke. 1297.
Gasser, R., Sicherungen oder Selbstschalter in Niederspannungsanlagen. 1144.
Gehrke, E., M. Goebert u. C. Müller, Eine Verbesserung der Hefnerkerze. 769.
Gehrts, A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
George, M. H., Elektr. Strahlungsöfen mit Graphitwiderständen. 1323.
Gervasoni, P., u. R. Grezet, Zwei interessante Rauhreiffälle an der 150 kV-Gotthardleitung. 1191.
Gilfillan, E. S., u. S. M. Mac-Neille, Induktionspumpe für flüssiges Quecksilber. 771.
Gilkeson, Jeanne, Davenport u. Vaage, Erdschlüsse in Hochspannungsleitungen mit geerdetem Sternpunkt. 1266.
Goebert, M., s. Gehrke, E.
Gockel, H., Die Spannungskonstanz von Stabilovoltröhren. 825.
Gold, G., s. Sprague, C. S.
Goodlet, B. L., Gewitterfragen. 1369.
Gorce, P. de la, u. J. Cuilhé, Prüfung von Stromwandlern. 1371.
Göschel, H., Die Starkstromtechnik im Rahmen der neuen Treibstoffgewinnungsanlagen. Vortr. *1282. *1317.
Gould, R. E., u. G. Toole, Vorversuche für die Entwicklung eines ununterbrochen arbeitenden elektr. Ofens zum Brennen keramischer Stoffe bei hohen Temperaturen. 1037.
— R. E., s. Toole, M. G.
Gourdon, P., Der Lichtbogen-Strahlungsofen Mazières. 1224.
Gracie, A. I. A., Ein neues Verfahren der Doppelsendung im Seefunkbetrieb. 1245.
Graf, H., Die Ausstellung zur Tagung der Deutschen Röntgen-Gesellschaft, Breslau 1937. 963.
Grassmann, P., u. H. Eicke, Neue Erscheinungen bei der Induktion von Strömen in Supraleitern. 1227.
Graul, F., u. C. Möckel, Die Messung des Druckverlaufs in Löschkammern ölarmer Schalter bei Kurzschlußschaltungen. 1011.
Green, A. L., u. G. Builder, Ausgleich von Schwankungen der Zeichenstärke. 1269.
— A. L., u. O. C. Pulley, Phasenschwundausgleich beim Funkweitverkehr. 1269.
— A. W. F., s. Scott, D. M.
Greentree, C. D., Geräte zur Messung mechan. Schwingungen. 1244.
Grezet, R., s. Gervasoni, P.
Gross, H., s. Stark, W.
Groß, E., Rauhreifgebiete und Geobotanik. 745.
— E., Über die erstmalige Bestimmung der günstigsten Einstellung von Erdschlußspulen. 1118.
— E., Der Einfluß der Transformator-Stern-Dreieck-Schaltung auf den Distanzschutz der Hochspannungsleitungen gekuppelter Netze. 1295.
Großkopf, J. (Bespr.), H. Wigge, Hochfrequenzmeßtechnik. 1331.
Grünefeld, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Grünewald, H., Aufklärung von Betriebsvorfällen in Hochspannungsnetzen. *1077. B. 1308.
— H., Neuere amerikanische Untersuchungen über Gewittereinflüsse auf Kraftübertragungsanlagen. *1213. *1238.
Guédras, M., Nadelstiche auf Stahlgußstücken. 798.
Gugel, H., Belastung und Stützung des Sternpunktes in Netzen mit Spartransformatoren. Brf. 1256.
Guilhauman, W., Parallelbetrieb von Industrieturbinen mit Elektrizitätswerken. Vortr. 951. *Fachber. 7.*
Gundlach, F. W. (Bespr.), O. Groos, Einführung in Theorie und Technik der Dezimeterwellen. Herausg. v. H. Faßbender. 1406.
Güntherschulze, A., u. W. Bär, Übergang der gewöhnlichen Glimmentladung in die Spritzentladung bei Aluminiumoxydschichten. 1264.
— A., Gasförmige Dielektrika. 934. *Arch. 495.*
Guerbilsky, A., Quarzkeilresonator. 1167.
Gutin, S., u. L. Sackheim, Der elektr. Durchschlag von Kolophonium in einem inhomogenen Felde. 1374.

Haberland, G., Die selbsterregten Schwingungen des Drehstrom-Doppelfeldmotors. 1118. *Arch. 643.*
Hallén, E., Die Kapazität einer einlagigen Spule. 1120. *Arch. 690.*
Halperin, H., u. G. B. Shanklin, Neue Ölkabelanlagen in Chicago. 1322.
Hammerschmidt, W., s. Büngner, W.
Hansel, L. H., Schwingungsdämpfung an Maschinen durch federnde Aufstellung. 1222.
Happoldt, H., Fortschritte im Bau und der Anwendung von Schnellreglern. 957. *Fachber. 162.*
Harbich, H., Ergebnisse der CISPR-Sachverständigentagung in Brüssel vom 15. bis 17. März 1937. 820.
Hasse, H., Die Jungingenieurtagung 1937 in Königsberg. *950.
— H. (Bespr.), G. Hünecke, Gestaltungskräfte der Energiewirtschaft. 1407.
Häßler, G., Hochwertige Filter bis zu Trägerfrequenzen von 60 kHz. 959. *Fachber. 217.*
Hauffe, G. (Bespr.), H. G. Möller, Behandlung von Schwingungsaufgaben. 891.
— G., Akkumulatorenbauteile aus neuen Kunststoffen. 963.
— G., Gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen. *937. *989.
— G., Anwendung gleichstromvormagnetisierter Drosselspulen in der Starkstromtechnik. 990.
Heberlein, H. R., Leichtmetallmotor. 1243.
Heide, E., Umgestaltung vorhandener Lokomotivfahrleitungen im Braunkohlenbergbau. *1367.
Heinrich, K., Ermittlung der Komponenten eines nach Lage und Form gegebenen einphasigen elliptischen Drehfeldes. *1333.
Heinze, H. H., Ein Wellenmesser höchster Genauigkeit. 1401.
Henriod, M. M., Ist die Straßenbahn tot? 770.
Hentschel, F., Fernmeldebetriebszentralen der Reichsflugsicherung. *898.
Hess, H., Das Institut für Elektrotechnik 2 der Technischen Hochschule zu Aachen. *1209.
Hesse, H., s. Kersten, M.
Hettwig, E., Planung von Eisenbahn-Fernsprechanlagen. 1267.
Heyl, O., s. Jakob.
Hickmann, C. N., Tonaufzeichnungen auf ein magnetisches Band. 1340.
Hill, S., s. Earp, C. W.
Hoffmann, F., Kohledruckwiderstände. *1111. *1138.
— K., Spar- und Neustoffe für Dampfturbinen und Stromerzeuger. Vortr. 951. *Fachber. 10.*
Hohle, W. (Bespr.), B. Hague, Instruments transformers. 1103.
— W., Ein neuer Bürdenmesser. 1144.

Digitized by Google

Hollmann, H. E., Störungsfreie Dreifach-Kardiographie. 747.
— H. E., u. W. Hollmann, Neue elektrokardiographische Registrierverfahren. 1088.
— H. E., Kontrastausgleich in Oszillogrammen mit stark wechselnder Schreibgeschwindigkeit. 1118.
— H. E. u. W. Hollmann, Das Absolutkardiogramm. 1266.
— W., s. Hollmann, H. E.
Holtschmidt, O., Eigenartige Erscheinungen bei der magnetischen Werkstoffprüfung. 1301.
Höpp, W., Umstellung der Schaltgeräte und des Installationsmaterials für die Verwendung von Aluminiumleitungen. 955. *Fachber. 95.*
Horst, E., Über Zeitkonstanten von Hochspannungskondensatoren. 1373. *Arch. 827.*
— E., s. Wallraff, A.
Horwatitsch, V., Die Elektrowagen der Städt. Elektrizitätswerke Wien. 797.
Hubel, G., Ein Hüttenkraftwerk im Sinne einer fortschrittlichen Energiewirtschaft. 1194.
Humburg, K., Einführung zur VDE-Gruppe „Maschinen und Transformatoren". 953. *Fachber. 51.*
Hueter, E., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Hutschings, J. H., s. Packard, D.
Hutter, H., s. Behrens, P.

Illgen, H., Neuere Anwendungen des piezo-elektr. Meßverfahrens in der Ballistik. Vortr. 1393.

Jacobi, W., u. H. Kniepkamp, Gittergesteuerte Glühkathoden-Stromrichter mit mehreren Steuerelektroden. *1233.
— W., Moderne Röhrenregler hoher Empfindlichkeit. Vortr. 1392.
Jacoby, G., Greift die Kraft an der Wicklung oder an den Zähnen eines Ankers an? 1087.
Jäger, F., Das Zusammenwirken von Fernbedienungs- u. Selbststeueranlagen. 957. *Fachber. 166.*
— P., Zwischenstaatliche Beratungen im Jahr 1936 über Fragen des Schutzes von Fernmeldeanlagen gegen Beeinflussungen durch Starkstrom. 1015.
Jahn, E., Das Licht auf der Bühne. Vortr. 1289.
Jakob u. O. Heyl, Vorbedingungen und Anwendungsmöglichkeiten der „Transkommando"-Fernschaltung in Drehstromnetzen. 1117.
Janovsky, W., Fernsprechen in Lärm und Wind. *1289.
Jansen, B., 10 Jahre Regeltransformatoren mit Jansen-Schaltern. *874.
Jaquet, E., Über Schwingungen von Freileitungsseilen. 1295.
Jean-Richard, Ch., Magnetische Zusatzverluste bei dreiphasigen Hochspannungsleitungen. 1193. B. 1308.
Jeanne s. Gilkeson.
Johnson, T. H., u. D. N. Read, Koinzidenzmessungen des Breiteneffektes der Höhenstrahlung. 1228.
Jordan, H., Das Anlaufmoment bei Repulsionsmotoren und Dreiphasen-Reihenschluß-Kommutatormotoren. 824. *Arch. 417.*
Jungblut, F., Das Leuchtbild in Industrieanlagen, sein Zweck und die grundlegenden Voraussetzungen für seine Anwendung und seinen Entwurf. 955. *Fachber. 127.*
— F., Die elektr. Einrichtungen für Stauwehre. 1040.
Jungfer, H., u. H. Köpke, Messungen an Rundfunkempfängern. *809. 821.
Jungmichl, H. u. O. Schiele, Spannungsoberwellen beim Steuerumrichter und ihre Glättung. 1061.
Just, P., Geschichte und Stand der Mikrophonentwicklung. *1041.

Kahle, K. (Bespr.), Erläuterungswerke zum Patentgesetz. 807.
— K. (Bespr.), H. Hederich, Der Lizenzvertrag. 892.
— K. (Bespr.), R. Jungmann u. H. Elten, Das internationale Patentrecht. 1000.
— K., Das Verfahren vor der Patent-Einigungsstelle der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie. *1271.
Kalpers, H. (Bespr.), Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. 1408.
Kasai, K., u. I. Satoh, Dreifach-Kathodenstrahl-Oszillograph. 1222. *Arch. 551.*
Katz, H., Durchgang langsamer Elektronen (0 bis 200 V) durch Metallfolien. Vortr. 1394.
Kaufmann, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Kautter, W., Quarzfilter mit regelbarer Bandbreite. 1146.
Kazman, J. A., s. Babat, G. I.
Keilen, S., Messung der Schaltzeit von Schnellschaltern. 1221.
Keller, A., s. Erk, S.
Kerkham, W. A., Untersuchungen an Heizdrähten. 1119.
Kern, J., Ein verbessertes Hochfrequenzstroboskop. 769.
Kern-Berger, E., Die Messung des im Wechselstromnetz auftretenden zusätzlichen Spannungsabfalles in Gleichrichteranlagen. 1221.
Kersten, M., u. H. Hesse, Hysteresearme Massekernspulen. 1016.
— M., Spulen mit Massekernen. *1335. *1364.
Kesseldorfer, W., Die Werkstoffe in den neuzeitlichen Wechselstromzählern. 958. *Fachber. 196.*
— W., Serien-Zählerprüfung mit Normalzähler. *1261.
Kind, W., Elektr. Strahlungsheizung. *785. B. 944.
Kindler, H., Magnetische Nachwirkung und innere Spannung. 1064.
Kinnard, J. F., Untersuchungen an Lagern für Elektrizitätszähler. 796.
— J. F., u. H. E. Trekell, Entwicklung eines neuzeitlichen Wattstundenzählers. 1119.
Kirschstein, B., u. F. Koppelmann, Der elektr. Lichtbogen in schnellströmendem Gas. 1197.
Kleebinder, B., Neuerungen in der Hochfrequenztelephonie für Elektrizitätswerke. 1324.
Kleemann, J., u. J. Molnar, Ein neuer Strowger-Wähler der englischen Postverwaltung. 749.
Klement, W., Das Wesen der trägen Schmelzsicherungen und ihr Zweck. 1370.
Klewe, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Kloß, M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Kluge, J., s. Fahrentholz, S.
Klumb, H. (Bespr.), E. L. Holland-Merten, Die Vakuumtechnik. 999.
Knab, O., Die Betriebsschaubilder des Brünner Kraft-Fernheizwerkes. *751.
Kniepkamp, H., s. Jacobi, W.
Knoll, O. H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
— O. H., Neue Versuche zur Angleichung der spektralen Empfindlichkeit der Sperrschichtzelle an die spektrale Hellempfindlichkeit des Auges. Vortr. 1289.
Knoops, Fr. I., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Knopfmacher, W., Wege zum selbständigen Auffinden und Einregeln von Maxima- und Minima-Bedingungen physikalischer Größen. 1200.
Koch, W., Eigenschaften von Zweigitterröhren mit Gas- oder Dampffüllung. 960. *Fachber. 228.*
Kohler, K., Graphische Hilfsmittel zur Spannungsberechnung bei Drehstrom-Freileitungen. *1051.
Kolbe, A., Die elektr. Anlagen im Deutschen Pavillon auf der Weltausstellung in Paris 1937. 1242.
König, H., Periodische und aperiodische Schwingungen an empfindlichen Regelanordnungen. Vortr. 1392.
Köpke, H., s. Jungfer, H.
Koppelmann, F., s. Kirschstein, B.
Körser, C., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Kosack, E. (Bespr.), W. Kehse, Die Hochspannungstechnik. 1045.
Kotowski, P., Die günstigste Bandbreite drahtloser Telegraphieverbindungen. Vortr. 1392.
Kraft, E., Die zweckmäßigste Ausnutzung eigentümlicher Gefällevorkommen für die Energieversorgung durch die Selbststeuerung und Regeltechnik. 957. *Fachber. 155.*
Krämer, W., Neue Bauformen für Transformatoren mit sinusförmigem Magnetisierungsstrom. 953. *Fachber. 52.*
— W., Ein einfacher Gleichstrommeßwandler mit echten Stromwandlereigenschaften. *1309.
Krause, E., Die Kapitalkosten der Elektrizitätswerke in der Selbstkostenrechnung. 1379.
Krawinkel, G., Die 14. Große Deutsche Rundfunkausstellung, Berlin 1937. *1049.
Krecke, C., Neuere Entwicklungslinien der Elektrizitätsversorgung. Vortr. *869.
Krefft, H., Über die mit der Gasentladung physikalisch erreichbare Lichtausbeute und ihre lampentechnische Verwirklichung. Vortr. 1289.
Krohne, E., Einführung zur VDE-Gruppe „Kraftwerke". 951. *Fachber. 1.*
— E., Betriebserfahrungen mit Erdungs-, Nullungs- und Schutzschaltungs-Einrichtungen in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung. Vortr. *1153.
— K. (Bespr.), W. Klement, Installationstechnik. 1102.
Kron, G. E., s. Whitford, A. E.
Krüger, A. (Bespr.), K. Krekeler, Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe. 807.
— A. (Bespr.), P. Leinweber, Toleranzen und Lehren. 891.
— A. (Bespr.), E. J. Heynemann, Lötmittel und Löten. 1000.
— A. (Bespr.), C. Agte u. K. Becker, Hartmetallwerkzeuge. 1407.
Kryczkowski, J., s. Piekara, A.
Küchler, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.

Digitized by Google

Kuntke, A., s. Bouwers, A.
Kurie, F. N. D., Das Cyclotron. 1403.
Kußmann, A., u. A. Schulze, Zur Definition des Curiepunktes. 934.
— A., s. Ebert, H.
Kuusinen, J., Vorausberechnung des mittleren Höchstwertes einer regellos zusammengesetzten Belastung. 799.
— J., Verwendungen der Dauerkurve. Brf. 1383.

Lampson, C. W., Ein einfaches elektrostatisches Voltmeter für Hochspannung. 1245.
Langer, M., Die Bezeichnung des Verkehrswertes in der Fernsprechtechnik. *1017.
Larché, K., u. M. Reger, Technischer Stand der Metalldampflampen für Allgemeinbeleuchtung. *761. *790.
Laternser, A., Zur Frage der Selbsterregung der Einphasenwechselstrom-Serie-(EKS-) Motoren, besonders mit Bezug auf Stromrückgewinnungsbetrieb von Einphasenwechselstrom-Bahnen. 1062.
— A., Neue Nutzbremsschaltung für Einphasenwechselstrom. 1063.
Laurick, H. (Bespr.), B. Gruber, 7 Formeln genügen im Elektrohandwerk. 1232.
Lehmann, G., Gewitterstörungen an Erdkabeln. 952. *Fachber. 46.*
Lehner, F., Der Oberleitungsomnibus, techn. und wirtschaftl. Fragen. *1183. *1215.
Lesch, G., Einführung der VDE-Gruppe „Antriebe". 955. *Fachber. 121.*
— G., u. Fr. Prüß, Das Elektromotorschiff „Wuppertal". *1073. *1106.
Leithäuser, G., u. B. Beckmann, Über Beziehungen der Ionosphärenschichten zu meteorologischen Einflüssen. 933.
Lewis, A. B., Berechnung elektr. Stoßgeneratorkreise. 749.
Lieber, N., Der „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan". *1105.
Lieneweg, F., Temperatur-Kompensationsschaltungen bei p_H-und Leitfähigkeitsmessungen usw. Vortr. 1391.
Linckh, H. E., s. Fahrentholz, S.
Linder, L. (Bespr.), Ph. R. Coursey, Electrolytic condensers. 1332.
Lindern, C. G. A. v., Ein Spannungsregler für Magnetfeldsender. 1402.
Lübcke, E., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
— E. (Bespr.), S. Boksan, Nikola Tesla. 1000.
— E., 13. Physiker- und Mathematiker-Tagung, Bad Kreuznach, 19. bis 24. Sept. 1937. *1391.
Lucas, G., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Lüdde, K., Einführung zu der Prüfvorschrift der elektr. Bremsung in den R. E. B. 1938. *1055. B. 1176.
Lüdi, F., s. Fischer, F.
Ludin, A. (Bespr.), J. W. Meares. Water Power. 891.
Luthi, R., Drahtlose Telephonie mit Dezimeterwellen. 987.
Lutz, W., Über ein hochempfindliches und trägheitsloses Frequenzmeßgerät. 1036.

Mac-Neille, S. M., s. Gilfillan, E. S.
Macbeth, N., s. Gage, H. P.
Mahl, H., Feldemission aus geschichteten Kathoden bei Beschießung mit Elektronen. Vortr. 1394.
Mangoldt, W. v., Das Ausbrennen von Fehlern in Netzen mit Aluminiumkabeln. 952. *Fachber. 41.*
Marbury, R. E., Kondensatoren für Verteilernetze. 983.
Maret, A., Verbesserung der Unsymmetrie der Spannungen oder Lastausgleich in einem unsymmetrisch belasteten Drehstromnetz. 1369.
Marin, M., s. Sauerwein, G. N.
Maerkisch, Überspannungsschutz von Niederspannungsanlagen. Vortr. 1405.
Maertens, K., Steuerung und Regelung von Großstromrichtern. 954. B. 1048. *Fachber. 79.*
Masing, G. (Bespr.), E. Damerow u. A. Herr, Hilfsbuch für die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie. 892.
Masukowitz, H., s. Buhl, P.
Matthias, A., Elektr. Beanspruchung von Isolierölen im Betriebe. 750.
— A., Modellversuche über Blitzeinschläge. Vortr. *881. *928. *973.
Mau, H.-J., Neue Wechselstrombrücke zur Feinmessung dielektr. Verluste. 961. *Arch. 473.*
Maus, G., Änderung der Selbstinduktivität von Hochfrequenzspulen bei Vormagnetisierung. 1300.
McKenzie, D. B., s. Allibone, T. E.
McWhirter, H. R. S., Gleichförmige Beleuchtung durch Lichtquellen geeigneter Lichtverteilung. 1223.
Meißner, F. (Bespr.), W. Prion, Die Lehre vom Wirtschaftsbetriebe. 832.
Melan, H., Neuere Entwicklung des Hochdruckturbinenbaues. Vortr. 951. *Fachber. 3.*
— H. (Bespr.), H. Hiedl, Verbrauchsdiagramme von Wärmekraftanlagen. 1176.
Menges, H. J., Über das Schallfeld in der Umgebung einer stark lärmenden Fabrik. 798.
Menzel, H. (Bespr.), Gmelius Handbuch der anorganischen Chemie. 1048.
Mermel, T. W., Wasserwiderstand zur Belastung eines 82 500 kVA-Generators. 1371.
Meyer-Delius, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
— H., Einführung zur VDE-Gruppe „Stromrichter". 954. *Fachber. 70.*
Mierdel, G., u. M. Steenbeck, Säulenzündung und Townsendsche Theorie. 1269.
Mikami, T., s. Suzuki, M.
Miller, L. E., Gleichlauf elektr. Antriebe. 1268.
Mittelstraß (Bespr.), Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. 1230.
Miyamoto, Y., Durchschlag und Gasentladung im inhomogenen Feld (Spitze—Platte). 888. *Arch. 371.*
Moebes, R. (Bespr.), F. Bergtold, Antennenbuch. 831.
Möckel, C., s. Graul, F.
Mohr, J., Leistungsmessung mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. 796. *Arch. 442.*
Molnar, J., s. Kloemann, J.
Monath, L., Leopold Janisch†. 806.
— L. P., Der Wellenstrombahnmotor für Einphasenspeisung mit 50 Per/s über gittergesteuerten Gleichrichter. 956. *Fachber. 144.*
Moench, F., Einführung zur VDE-Gruppe „Telephonie". 959. *Fachber. 211.*
— F. (Bespr.), H. Blume, Die Führungstruppe der Wehrmacht. 1408.
Monteith, A. C., s. Evans, R. D.
Morita, K., Sprechverkehr mit 68 cm-Wellen. 1269.
Morken, C. H., Die elektr. Öfen in der Eisengießerei. 1010.
Mörtzsch, F. (Bespr.), Energieverbrauch elektr. Großküchen in der Schweiz. 1231.
— F. (Bespr.), W. Schulz, Elektr. Heizeinrichtungen. 1332.
Moser, O., Das Schrittwählersystem im Selbstwähler-Fernverkehr der Schweiz. 1039.
Mrowka, B., Über den Einfluß der Kristallstruktur auf die Glühemission. Vortr. 1394.
Müller, C., s. Gehrke, E.
— Har. (Bespr.), Dezimalklassifikation 669.71. 1104.
— Har., Die 39. Mitgliederversammlung des Verbandes deutscher Elektrotechniker in Königsberg. *945. B. 1072.
— Har., Hochspannungsprüfsätze für Normalfrequenz. 1090.
— Har. (Bespr.), 100 Jahre S. I. A. 1176.
— Horst (Bespr.), H. Neuber, Kerbspannungslehre. 1104.
— P., Widerstandsbremsung mit Gleichstrom bei Vollbahnfahrzeugen. 956. *Fachber. 138.*
Müller-Strobel, J., Statistik der Raumladungen bei Gleitfunken, Teil II. 987. *Arch. 609.*
Musil, L., Die Auswirkungen der technischen Entwicklung auf die Gesamtplanung von Kraftwerken. 1163.

Nakamura, T., s. Suzuki, M.
Narath, A., Entstehung und Beseitigung des Donnereffekts bei Zackentonfilmen. 1225.
Nasty, H., Wirtschaftlichkeitsfragen bei elektr. Glühofenanlagen. 1172.
Neldel, H., Ein regelbarer Hochohmwiderstand ohne gleitenden Stromabnehmer. Vortr. 1393.
Neugebauer, Th., Zum Problem des Kugelblitzes. 1186.
Neumann, H., A. Büchner u. H. Reinboth, Mechanisch weiche Dauermagnetlegierungen aus Kupfer, Nickel und Eisen. 1301.
Neusser, P., Dieselelektr. Schmalspurlokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen. 1372.
Nickel, F., Befeuerungsanlagen für Flughäfen und Flugstrecken. *913.
Nitsche, G., u. J. Pfaffenberger, Ein neuer Magnetstahlprüfer. 957. *Fachber. 185.*
Nölke, O. E., Wechselstrom-Brücken und Kompensationsschaltungen mit selbsttätiger Abgleichung und Aufzeichnung. 958. *Fachber. 191.*

Ohnesorge, W., Fortschritt und Normung im Fernsehen. 826.
— W., Das Fernsehen. 1090.
Okada, K., s. Tanaka, M.
Owen, J. C., s. Armstrong, M.
Oertel, F. (Bespr.), F. Moeller u. O. Repp, Elektromotor und Arbeitsmaschine. 890.
— F., Fortschritte und neuere Erfahrungen bei elektr. Einrichtungen von Druckereibetrieben. 996.
— F., Wege und Ziele der heutigen Antriebstechnik. Brf. 1384.

Packard, D., u. J. H. Hutschings, Das Ignitron als Schweißzeitschalter. 1036.

Digitized by Google

Palm, A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Panzerbieter, H., Akustische Meßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Messungen an Fernsprechern. *735. *765.
Parsons, J. M., u. M. A. Bostwick, Neue Maschennetzrelais. 1348.
Perlick, P., Wirtschaftl. Gründungen für Hochspannungsleitungen. 952. *Fachber. 34.*
Perry, F. R., s. Allibone, T. E.
Peters, W., u. E. Schulz, Gewitterschutz von Fernmeldeanlagen durch Überspannungsableiter. *1129. *1158.
Petersen, H., Aus der Entwicklung und Erforschung hitzebeständiger Heizleiter-Werkstoffe für die Elektrowärme. 955. *Fachber. 116.*
Petzel, F. W., Flugsicherung und Luftverkehr. *894.
Pfaffenberger, J., s. Nitsche, G.
Pfestorf, G., Einführung zur VDE-Gruppe „Meßtechnik". 958. *Fachber. 184.*
Pfeuffer, G., Erweiterung des gesetzlichen Schutzes gegen Störung des Rundfunkempfanges in Österreich. 823.
Piekara, A., u. J. Kryczkowski, Erzeugung von Hochspannung aus einer Gleichstromquelle. 769.
Pietsch, W. (Bespr.), W. Hering, Einführung in die elektr. Nachrichtentechnik. 999.
Piloty, H. (Bespr.), A. Palm, Elektr. Meßgeräte und Meßeinrichtungen. 1331.
Pla, M., Klimaanlagen für Eisenbahnwagen. 1145.
Plendl, H., u. G. Eckart, Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen. Vortr. 1392.
Plötze, E., Reibungsdispersion der Dielektrizitätskonstanten organischer Flüssigkeiten. Vortr. 1394.
Polenz, F., Einführung zur VDE-Gruppe „Telegraphie". 958. *Fachber. 200.*
— F., Einführung zur VDE-Gruppe „Luftfahrt". 960. *Fachber. 238.*
Poltz, H., s. Erk, S.
Poritzky, H., s. Concordia, C.
Portevin, A., u. D. Séférian, Einfluß der Legierungsbestandteile auf die Stickstoffaufnahme von Stahl beim Lichtbogenschweißen. 797.
Potthoff, K., Die Gleichgewichtsbedingung von Wechselstrombrücken mit Gegeninduktivitäten. *793.
Preston, H. E., Einfluß der Temperatur auf den Energieverbrauch von Bahnen 825.
Prinz, H., Temperaturverlauf in Leitern bei kurzzeitigen Strom- und Spannungsänderungen. 1147. *Arch. 682.*
— H., Theoretische Untersuchung der Gleichspannungs-Korona im konaxialen Zylinderfeld. 1226. *Arch. 756.*
Probst, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
— H., Über die räumliche Ausdehnung und übersichtliche Gestaltung von Schaltwarten. *1091.
Prüß, Fr., s. Losch, G.
Pugno Vanoni, E., u. C. Di Pieri, Abgeschirmte Kugelfunkenstrecke. 1323.
Pulley, O. C., s. Green, A. L.
Punga, F., Die Leistungsabstufungen der Ilgner-Gruppen und der äquivalenten Synchron-Gruppen zum Antrieb von Reversierstraßen. 1225.
Pungs, L. (Bespr.), E. Orlich u. M. Knoll, Anleitungen zum Arbeiten im Röhrenlaboratorium. 999.
Puppe, W., Fortschritte und Erfahrungen bei elektr. Antrieben von Druckmaschinen. *969.
Puppikofer, H., Innenraumstützer mit versenkten Elektroden. 1323.
Pursche, R., u. W. Wichmann, Kraftwerksbetrieb mit Faulgas. 1191.
Putman, H. V., Der Schutz von Verteilungstransformatoren gegen direkte Blitzschläge. 885.

Quade, W., Zusammensetzung der Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen beliebiger Kurvenform und neue Leistungsdefinitionen für unsymmetrische Mehrphasenströme beliebiger Kurvenform. *1313. *1341.

Rachel, A., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Rambold, W., Höchstspannungskondensatoren und ihre Anwendung in Großkraftübertragungen. 951. *Fachber. 14.*
Randall, W. F., Nickel-Eisen-Legierungen mit hoher Permeabilität. 1301.
Ránky, B., Falsch geschaltete Störschutzkondensatoren. 1146.
Raske, W., Meßteiler für hohe Stoßspannungen. 1222. *Arch. 653. 732.*
Raether, H., Untersuchung der Elektronenlawinen in der Nebelkammer. Vortr. 1394.
Rautenkrantz, J. v., Die Elektrizitätserzeugung in Italien und der Aufbau der wichtigsten Erzeugungs-Konzerne. *1325. *1375.
Read, D. N., s. Johnson, T. H.
Rebhan, J., Die Sicherheit elektr. Anlagen gegenüber Stoßspannungen. *1177.
Reckenthäler, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Reger, M., s. Larché, K.
Reiche, W., Störungen beim Betrieb von Erdschlußrelais im Anschluß an Meßwandlern. 1012. *Arch. 618.*
— W. (Bespr.), M. Walter, Strom- und Spannungswandler. 1331.
Reinauer, A., Einführung zur VDE-Gruppe „Schaltgeräte". 954. *Fachber. 87.*
Reinboth, H., s. Neumann, H.
Reinhardt, G., Die Belastung des Drehstromnetzes durch Umrichter verschiedener Systeme. 954. *Fachber. 71.*
Reiß, K. H., Stromleitung in Flüssigkeiten niedriger Dielektrizitätskonstante. 987.
Reynst s. Bruckman.
Ribbeck, H., Der Aufbau u. elektr. Übertragungszustand des deutschen Rundfunkleitungsnetzes. 959. *Fachber. 212.*
Richter, M., Ein verbessertes Farbmeßgerät. 1013.
Riedel, K., Mehrfachausnutzung von Hochfrequenz-Kanälen für Fernsprech- und Fernwirkanlagen. 957. *Fachber. 174.*
Rier, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Rißmüller, K., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Roberts, H. J., Hysteresisverluste bei hohen Induktionen. 1369.
Robra, W., Bodenpeilstellen der Reichsflugsicherung. *901.
Rödiger, W. (Bespr.), H. Kümmet, Die Auto-Elektrik. 1103.
Rogowski, W., Über Fehler von Elektronenbildern. 1063. *Arch. 555.*
Rogowski, W., u. A. Wallraff, Raumladungs- oder Ionendurchschlag? 1226.
Röhl, H., Vergleichende Untersuchungen an Stabantennen. *1345.
Roman, W. G., Neuartiger Überspannungsableiter. 1295.
Römer, O., s. Schiweck, F.
Roßmaier, V., Ein Vergleich der verschiedenen Stromverdrängungs-Kurzschlußläufer, insbesondere für große Leistungen und schwere Anläufe. 953. *Fachber. 55.*
Roth, E., Die Verfahren zur Bestimmung physikalischer Felder in elektr. Maschinen. 746.
Rothe, R. (Bespr.), G. Schulz, Formelsammlung zur praktischen Mathematik. 1104.
— R. (Bespr.), F. Lubberger, Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen. 1230.
Rübsaat, R., s. Scherer, K.
Rudge, jr., W. J., u. E. J. Wade, Selbstlöschende Schutzfunkenstrecken. 1347.
Rumpf, F. (Bespr.), H. Richardt, Elektrizitätswerk und Abnehmer. 1047.
Runge, J., Laufzeiteinflüsse in Elektronenröhren. Vortr. 1392.

Sackheim, L., s. Gutin, S.
Sanders, P. M., Sind Batterien in Oberleitungs-Omnibussen von Wert? 1119.
Satoh, I., s. Kasai, K.
Sauer, W. v., Elektr. Warmwasser-Speicherheizung für Dauerbetrieb in Wohnhäusern. 1378.
Sauermann, K., Ein neuartiger Spannungsfeinregler für Gleichstrom. *1003.
Saurwein, G. N., u. M. Marin, Zehn Jahre Erfahrungen in der Instandhaltung von Maschinenwählereinrichtungen in Spanien. 749.
Schade, R., Die Aufbauzeit einer Glimmentladung. 798.
— R., Die Charakteristik des Townsendstromes und die Beeinflussung der Zündspannung einer Glimmentladung durch Bestrahlung. 1199.
— R., Über den Einfluß der Stromdichte auf die Ionisierungsvorgänge in der selbständigen Entladung in Edelgasen. Vortr. 1395.
Schaer, J., s. Seeger, B.
Scharll, R. (Bespr.), O. Weidling, Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine. 1072.
Scharstein, E., Bekämpfung von Oberwellen in ausgedehnten Netzen. *729.
Schaubert, A. v., Erfahrungen mit der vorbeugenden Prüfung von Hochspannungsnetzen durch Verlagern des Erdpunktes. Vortr. 1330.
Schenfer, K. J., u. M. S. Sosnowskaja, Neues Verfahren zur Verbesserung der Kommutierung von 50 Hz-Kommutatormotoren. 1163.
Schenkel, M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Scherer, K., Die selbsttätige Pegelhaltung und der Ausgleich der Dämpfungsverzerrungen der Leitungen beim trägerfrequenten Weitfernsprechen über Freileitungen. 959. *Fachber. 215.*
— K., u. R. Rübsaat, Helligkeitsmessungen an Zinksulfidschirmen bei Anregung durch Kathodenstrahlen. 1350. *Arch. 821.*
Schieb, A., Einführung zur VDE-Gruppe „Bahnen". 956. *Fachber. 137.*
Schiele, O., Die Saugdrossel bei gittergesteuerten Gleichrichtern. 1221. *Arch. 749.*
— O., s. Jungmichl, H.

Digitized by Google

Schiemann, E., Ein Jahr Obusbetrieb in Oldenburg. Eine technische und wirtschaftliche Bilanz. *1385.
Schimank, H., Luigi Galvani. *1059.
— H., Gustav Robert Kirchhoff. 1188.
Schimpf, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
— R., Ergänzende Bemerkungen zum Abschnitt „Relais" in Heft 31 der ETZ. 1128.
Schirp, W., Einheitliches Berechnungsverfahren für Stromverdrängungs-Motoren mit Ein- und Mehrnutläufern. 1347. *Arch. 799.*
Schiweck, F., Stand der Apparatetechnik im Fernschreibbetrieb. 959. *Fachber. 204.*
— F., u. O. Römer, Ein gepoltes Telegraphenrelais hoher Empfindlichkeit. 1195.
— F., Grundlagen der Springschreibertechnik. 1299.
Schlüsser, P., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Schmellenmeier, H., Leistungsmessung an Gasentladungen. 987.
Schmer, K., Wirtschaftl. Vergleich von Umrichtern und Umformern auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen. 956. *Fachber. 140.*
Schmid, F., s. Brecht, W.
Schmidt, A., Wirtschaftl. Wickeln von Feindrahtspulen. 1374.
— H., Die Energieversorgung der Österreichischen Bundesbahnen im Raume westlich von Salzburg. 1379.
— R. W., Emissionsverteilung und Wärmeableitung im Lichtbogen. 1199.
Schmitz, L., Die Fernsteuerung in Niederspannungsanlagen. 805.
— W., Untersuchung von Nervenaktionsströmen und zeitlich ähnlich gearteten technischen Vorgängen. 988.
Schmohl, E., Eisenschäden an Umspannern und elektr. Maschinen. 1316.
Schöller, N., Über den Temperaturausgleich von Steuersendern. 1403.
Schöne, O. (Bespr.), F. Bošnjaković, Technische Thermodynamik, Tl. 2. 1407.
Schoene, E., Änderung des elektr. Widerstandes bei Eisen-Chrom-Aluminium-Heizleitern für Temperaturen bis 1300°. 1301.
Schottky, W., Korpuskulare und thermische Schwankungen in Elektronenröhren. 1199.
Schrank, W., Schmelzsicherungen, Installations-Selbstschalter und Motorschutzschalter als Leitungs- und Geräteschutz. *773.
Schrinner, W., Innenraumschaltanlagen für Spannungen über 30 kV. *1338.
Schröter, F., G. Marconi†. 890.
Schulz, E., s. Peters, W.
Schulze, A., Über die elektr. Leitfähigkeit von Aluminium für Freileitungen. 772.
— A., Elektrische und thermische Untersuchungen an Manganin. 934.
— A., s. Kußmann, A.
— A., Über metallische elektrische Widerstandswerkstoffe. *1361. *1386.
— E., Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb. Vortr. *921. *979. Bespr. 997.
— H., Einführung zur VDE-Gruppe „Betrieb von Netzen". 951. *Fachber. 13.*
— H., Netzverstärkung durch Kondensatoren. Brf. 1023.
— W., Lokomotivumspanner mit Aluminium-Wicklungen. 956. *Fachber. 148.*
Schütte, R., Die Berechnung von Oberflächenkühlern für geschlossene, außenbelüftete Elektromotoren größerer Leistung. *977.
Schwaiger, A. (Bespr.), F. Weickert, Hochspannungsanlagen. 1175.
Schwenk, O., Die Weiterentwicklung der Druckluftschalter mit doppeltwirkender Strömung. 954. *Fachber. 90.*
Schwenkhagen, H., Einführung zur VDE-Gruppe „Steuerung und Regelung". 956. *Fachber. 152.*
Scott, D. M., u. A. W. F. Green, Ein Lichtbogenofen mit hohlen Elektroden. 770.
Seeger, B. u. J. Schaer, Die Beleuchtungsentwicklung in Deutschland und im Ausland. Vortr. 1288.
Séférian, D., s. Portevin, A.
Seidelbach, R., s. Brückmann, H.
Sell, H., Umwandlung mechan. Schwingungen in elektrische. 825.
Sequenz, H., Theorie der eingängigen Gleichstrom-Ankerwicklungen. 983. *Arch. 524.*
Sewig, R., Flimmer-Photometer. 1012.
Shanklin, G. B., s. Halperin, H.
Sihler, I., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Skilling, H. H., u. P. de. K. Dykes, Die Verformung von Wanderwellen durch Korona. 1300.
Smith, G. S., Ein neues Gerät zur Messung magnetischer Feldstärken. 1296.
— I. R., Fortschritte im Bau von Kupferoxyd-Gleichrichtern. 1193.
— T. G., Wattverlust-Prüfgerät für Blechstreifen. 1296.
Sokolnikow, I. S., Russische Arbeiten zur Blitzerforschung im Jahre 1936. 887.
Sosnowskaja, M. S., s. Schenfer, K. J.
Soukenik, J., Der einseitige magnetische Zug und seine mechanische Wirkung. 1322.
Soulier, A., Elektrostatische Hochspannungsgeneratoren. 1245.
Sporn, Ph., 170 at als neue Entwicklungsstufe wirtschaftl. Krafterzeugung im amerikanischen Kraftwerkbau. 1399.
Sprague, C. S. u. G. Gold, Eichung einer 50 cm-Kugelfunkenstrecke bei Betriebsfrequenz. 1062.
Stäblein, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
— W., Einführung zur VDE-Gruppe „Fernwirktechnik". 957. *Fachber. 165.*
Starbäck, G., Regelbarer Ringspinnmaschinenantrieb. 1402.
Stark, J., u. K. Steiner, Struktur des Elektrons und Supraleitung. 1227.
— W., u. H. Gross, Reibungselektrizität in Gebäuden unter besonderer Berücksichtigung von Zündfunken in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen. 738.
Staudinger, H., Das Verhalten der Schraubenverbindungen bei wiederholtem Anziehen und Lösen. 988.
Steenbeck, M., Untersuchung eines Luftlichtbogens im schwerefreien Feld. Vortr. 1395.
— M., s. Mierdel, G.
Steiner, K., s. Stark, J.
Steinwehr, v., Wilhelm Jaeger†. 805.
Stephan, H., Zukunftsaufgaben der deutschen Lichttechnik. Vortr. 1288.
Stieler, C., Der Einfluß der Stromart auf die Güte der Schweißnähte. 1194.
Stier, F., Diagramm des Wendepolstromes von Einphasenbahnmotoren. *1133.
Stock, H., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Stöhr, M., s. Anschütz, H.
Stratum, A. v., Elektr. Trinkwasserheizung für Hühner. 749.
Straubel, H., Strommesser für Hochfrequenz. Vortr. 1392.
Strobl, K., Induktivitäten in Gleichrichterschaltungen. 1012. *Arch. 594.*
Suzuki, M., T. Nakamura u. T. Mikami, Das Anfangselektron beim Stoßdurchschlag. 1373.
Swanson, M. O., Praktische Ergebnisse über Ausführung und Kosten von Überlandleitungen. 1087.
Swinne, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.

Tanaka, M., u. K. Okada, Über den Fehler von Thermoelementen durch Wärmeableitung und über ein neues Dreischenkelelement für genaue Temperaturmessungen. 1266.
Teague s. Bellaschi.
Teichmann, H., Untersuchungen am Koronamotor. 771.
Teinert, Th., Der VDE auf der 4. Reichsnährstands-Ausstellung in München 1937. 1115.
Thauer, F., Spannungsprüfungen an Hochspannungsfreileitungen. 952. *Fachber. 21.*
Thiele, R., Der Einfluß eines Schwungrades auf die Arbeitsweise des Antriebsmotors einer Kurbelpresse. 955. *Fachber. 125.*
Thienhaus, E., s. Trendelenburg, F.
Thiess, H., Die Elektrizitätsversorgung Rumäniens 1936. *1272.
Thomas, E. R., Erfahrungen mit einem 27 kV-Kabel mit Druckbandage-Mantel aus Gummi (Band-Druckkabel). 1265.
Thornton, W. M., Ein neuer Schalter mit sehr kleinem Öffnungsweg. 1194.
Thum, A. (Bespr.), G. Sinner, „Hütte", Taschenbuch der Stoffkunde. 1175.
— A. (Bespr.), H. Bürgel, Deutsche Austausch-Werkstoffe. 1231.
Timerding, H. E. (Bespr.), R. Rothe, Höhere Mathematik Tl. IV, H. 4. 1230.
— H. (Bespr.), R. Rothe u. O. Degosang, Höhere Mathematik, Tl. IV, H. 5. 1359.
Tittel, J., Grenzleistungen im Bau von Mittel- und Hochfrequenzmaschinen. 953. *Fachber. 65.*
— J. (Bespr.), W. Kummer, Das physikalische Verhalten der Maschinen im Betrieb. 1359.
Töfflinger, K., Die neuere Entwicklung des Wechselstrombahnmotors. *1001. *1030.
Toole, M. G., u. R. E. Gould, Versuche mit verschiedenen Heizwiderständen für elektr. Öfen für Temperaturen zwischen 1100 und 1500° C. 884.
— G., s. Gould, R. E.
Tourneur, M., Französische Schnellzug-Diesellokomotiven. 1268.
Trage, C., Untersuchung der Schwingungssysteme von Fernsprechmikrophonen durch Messung ihres komplexen Übertragungsmaßes. 1195.
Trappen, E. v. d. (Bespr.), W. Köhler u. H. Pohl, Lichttechnik. 1407.
Trassl, H., Wirbelstromheizung mit Niederfrequenz. 955. *Fachber. 104.*
Trekell, H. E., s. Kinnard, J. F.

Digitized by Google

Trencham, H., u. K. J. R. Wilkinson, Bedeutung der wiederkehrenden Spannung für den Schaltvorgang. 1143.
Trendelenburg, F., E. Thienhaus u. E. Franz, Klangübergänge bei der Orgel. Vortr. 1393.
Trettin, C. (Bespr.), W. Michael, Theorie der Wechselstrommaschinen. 1175.
Tröger, R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Troisch, M., 20 000 V-Muffenbau unter Wasser. 1320.
Tüxen, E., Die fremdsynchrone Maschine. 796. *Arch. 457.*
— E., Die unabhängige Selbsterregung bei Maschinen mit Aufhebung der Schlupfspannung. 1143. *Arch. 625.*

Ulbricht, R., Spannungsrückgangsschutz in Industrie-Anlagen. *763.
Ulrich, K., Über den Spitzenausgleich bei den Industrie-Stromabnehmern. 1019.
Unger, F., Die Dämpferwicklung bei Einphasen - Wechselstrom - Hubmagneten. 795.
Urtel, R., Das Zeilensprung-Verfahren im Fernsehen. 771.

Vaage s. Gilkeson.
Vieweg, R. (Bespr.), VDE-Vorschriftenbuch. 806.
— R., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
— R., s. Brecht, W.
Vilbig, F., Untersuchungen an Erdern von Funksendeanlagen. 959. *Fachber. 230.*
Vogel, W., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Vollhardt, H., Die Betriebsbeanspruchungen elektr. Flugzeugbordgeräte. 960. *Fachber. 238.*
Voos, E., s. Buchholz, F. K.

Wade, E. J., s. Rudge, jr. W. J.
Wagner, H. (Bespr.), F. Moeller, Elektrotechnische Berichte. 806.
— H. (Bespr.), Vorschriften des Elektrotechnicky Svaz Ceskoslovensky 1936. 968.
— H. (Bespr.), DIN-Normblatt-Verzeichnis 1937. 1359.
Wahl, H. A., Neue Meßverfahren durch Verwendung des Frequenzzeigers im Ton- und Hochfrequenzgebiet. 959. *Fachber. 235.*
Waldvogel, P., Periodische Temperaturschwankungen in elektr. Maschinen. 796.
Wall, T. E., Unstabiles Verhalten von Dreiphasengeneratoren bei hohem ohmschen Widerstand im Ständerkreis. 1036.
Wallot, J. (Bespr.), F. L. Neher, Röntgen. 808.
Wallraff, A., u. E. Horst, Der elektr. Funke als photoionisierende Lichtquelle. 1350. *Arch. 789.*
— A., s. Rogowski, W.
Walter, B., Von wo ab steuert der Blitz auf seine Einschlagstelle los? 1166.
— M., Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit. 834.
Wälti, A., Versuche an einem selbsterregten Asynchrongenerator. 746.
Warren, G. W. s. Benjamin, M.
Wasserrab, Th., Zur qualitativen Theorie gleichstromvormagnetisierter Eisendrosseln. 1350. *Arch. 814.*
Weber, H., Vorgänge bei Kurzschlußabschaltungen durch Schmelzsicherungen. 954. *Fachber. 92.*
— U. Der elektr. Antrieb in explosionsgefährdeten Räumen. 955. *Fachber. 133.*
— W., Die Stoßüberschlagspannung des Stützers und ihre Beeinflussung durch Einbau und Formgebung. 952. *Fachber. 26.*
Weihe, C. (Bespr.), H. Schmitz, Aus 40 Jahren Elektrowirtschaft. 832.
— C. (Bespr.), E. Zschimmer, Deutsche Philosophen der Technik. 1048.
Weise, E., Einige Beispiele für Brückenschaltungen mit Halbleiterwiderständen. Vortr. 1393.
Weitzer, H., Einfluß der Wärmeisolierung bei Lichtbogenöfen auf den Stromverbrauch. 1245.
Wellhöfer, F., Vergleichende Betrachtung über die Meßgenauigkeit von Wandler-Meßsätzen. *1082.
Werner, R., P. W. Sothman†. 890.
Werrmann, H., Verfahren zur Stabilisierung negativ rückgekoppelter hochlinearer Verstärker. 959. *Fachber. 220.*
Wetzel, J., Eine neue Straßenbeleuchtungsanlage mit Natriumdampflampen. 825.
White, E. L., u. E. C. Denstaedt, Polizeifunkdienst in den V. S. Amerika. 1197.
— H. R., Sekretärdienst für Sprechstellen in den V. S. Amerika. 1324.
Whitford, A. E., u. G. E. Kron, Photoelektr. Führung astronomischer Fernrohre. 1193.
Wiarda, E. v., Die Umschaltung von 3×220 Volt auf 380/220 Volt als wirtschaftl. Verfahren zur Leistungssteigerung im Niederspannungsnetz städt. Randgebiete. 952. *Fachber. 30.*
Wiche, R., Die stille Entladung als Grundlage von Gasreaktionen und ihre technische Anwendung. 1198.
Wichmann, W., s. Pursche, R.
Wicht, H. H., Der Entwurf von Gegeninduktivitäten vorgeschriebener Eigenschaften. 1226.
Wiebe, F., Die neue Feuermeldeanlage Stuttgarts. 1372.
Wiedemann, E., Wasserkraftgeneratoren für Freiluftaufstellung. 953. *Fachber. 61.*
Widman, E., Erstmalige Fernsteuerung des Derimotors im Kranbetrieb. 1298
Wierer, H., Die Frequenz als zusätzliche Einflußgröße bei der elektr. Leistungsregelung im Verbundbetrieb von Energieversorgungssystemen. 957. *Fachber. 158.*
Wilkinson, K. J. R., s. Trencham, H.
Willing, W. (Bespr.), E. Eiser, Energiewirtschaftsrecht. 1407.
Wilshaus, W., Niederspannungs-Netzregelung mit Spartransformatoren. *1247.
Wilson, J. H., s. Buzzard, R. W.
Winkelbrandt, H., Ein absolut eichbarer Hochspannungsmesser mit Dreifaden-Aufhängung. 1144. *Arch. 672.*
Winkler, G. H. (Bespr.), Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen. 1359.
Woods, G. M., Oberleitungsomnibusse in den V. S. Amerika. 886.
Wright, S., Parallelkondensatoren in Verteilernetzen. 1143.
Wüger, H., Technische Entwicklungsmöglichkeiten des Oberleitungsomnibusses. 933.
Wüsteney, A., Kinematische Untersuchungen insbesondere an Telegrafenapparaten. 959. *Fachber. 207.*

Zahn, E. A., Neuartiges Gerät zur Messung des Flüssigkeitsgrades. 1244.
Zahrt, V., s. Arzmaier, A.
Zehme, E. C. (Bespr.), H. Parodi u. A. Tétrel, La traction électrique et le chemin de fer. 1103.
— E. W. (Bespr.), K. Beisel, Neuzeitliche Gestaltung des industriellen Rechnungswesens. 1332.
Zetzmann, H. J. Landefunkfeuer der Reichsflugsicherung. *904.
— H. J., Neue Wetterempfangs- und Steuerzentralen der Reichsflugsicherung. 920.
Zickner, G. (Bespr.), A. Günther schulze u. H. Betz, Elektrolyt-Kondensatoren. 1102.
Ziegler, A., s. Buchholz, F. K.
— M., Ein selbstaufzeichnendes Feldstärkenmeßgerät hoher Empfindlichkeit. 1296.
Zinzen, A. (Bespr.), F. Münzinger, Leichte Dampfantriebe. 1306.
Zorn, M. (Bespr.), G. u. F. Haberland, Gleichstromtechnik. Magnetismus u. Wechselstromtechnik. 1232.
Zschaage, W., Über verschiedene erweiterte Anwendungsmöglichkeiten von Stufenkompensatoren. 958. *Fachber. 189.*
Zschintzsch, W., Einführung zur VDE-Gruppe „Leitungen". 952. *Fachber. 33.*

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 1. Juli 1937** **Heft 26**

Belastung und Stützung des Sternpunktes in Netzen mit Spartransformatoren.

Von **Hans Gugel VDE**, Berlin.

621. 314. 223 : 621. 316. 13. 018. 11

Übersicht. Die Möglichkeiten und Folgen der Sternpunktbelastung von Spartransformatoren in den gebräuchlichsten Schaltungen werden untersucht. Der Einfluß der richtig bemessenen Tertiärwicklung auf die Typengröße des Spartransformators wird gezeigt. Die Untersuchung führt zu dem Schluß, daß die in Zickzack geschaltete Zusatz-Nullpunktdrosselspule das wirtschaftlichste Mittel ist, den Sternpunkt in Stichleitungen zu erzeugen bzw. zu festigen.

Die unsymmetrische Belastbarkeit und die dadurch bedingte Festigung des Sternpunktes von Drehstromnetzen gewinnt infolge der zunehmenden Elektrizitätskleinversorgung immer mehr an Bedeutung. Trotz des Bestrebens, die einphasigen Verbraucher „möglichst gleichmäßig" auf alle drei Leiter zu verteilen, gelingt es nicht immer, die Sternpunktleitung zu entlasten. Unsymmetrien sowohl in den Außenspannungen als auch in der Lage des Sternpunktes und damit in den Phasenspannungen vermindern die Leistungsfähigkeit der Anlagen. Zum Ausgleich des normalen Spannungsabfalles werden dreiphasige Regeltransformatoren in Sparschaltung aufgestellt, die vielfach mit selbsttätigen, spannungsabhängigen Regel- und Kontakteinrichtungen ausgestattet sind. Es liegt nun nahe, diese Transformatoren auch zur Auffrischung und Stützung oder sogar zur Neubildung des Sternpunktes heranzuziehen.

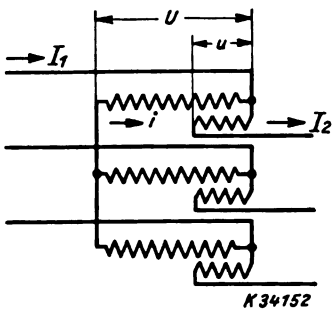


Abb. 1. Spartransformator mit Abwärtsregelung durch Gegenschaltung.

Im folgenden soll auf die Möglichkeiten, die mit der Sternpunktsbelastung von Spartransformatoren in Verbindung stehen, näher eingegangen werden.

Die Bestimmung der Innenleistung eines Spartransformators für den normalen Fall der Auf- oder Abwärtstransformierung ist bekannt[1]). Wird dagegen abwärts geregelt durch Gegenschaltung der Zusatzwicklung (Kommutierung), so vergrößert sich die Innenleistung (Abb. 1).

Bedeutet N die Durchgangsleistung in kVA, I_1 und I_2 den primären und sekundären Strom in Amp., U und $(U-u)$ die entsprechenden Spannungen in Volt, so ist

$$N = 3 \cdot I_1 U = 3 \cdot I_2 (U-u). \qquad (1)$$

Aus Gl. (1) wird

$$I_2 = I_1 \frac{U}{U-u}. \qquad (2)$$

[1]) Richter: Elektr. Maschinen, Bd. 3, S. 132. Berlin: Julius Springer 1932.

Der Strom i in der sog. Erregerwicklung ist stets die Differenz der beiden Netzströme:

$$i = I_1 \frac{u}{U-u}.$$

Die für Projektierung und Auslegung wichtige Typengröße L_T ergibt sich als halbe Summe der einzelnen Wicklungsteilleistungen:

$$L_T = \frac{1}{2} \cdot 3 \left[U I_1 \frac{u}{U-u} + u I_1 \frac{U}{U-u} \right]$$

$$= 3 \cdot I_1 U \frac{u}{U-u} = N \frac{u}{U-u}. \qquad (3)$$

Die Zahl der Stufen ist für die innere Leistung theoretisch ohne Bedeutung; sie wird nur in Verbindung mit der Windungsspannung und der Isolation wichtig.

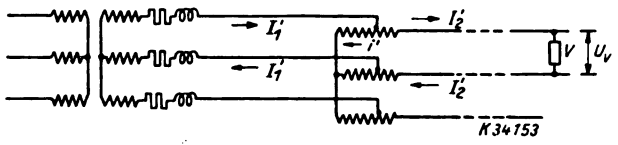


Abb. 2. Einphasenlast im Netz ohne Sternpunktleiter.

Nach der grundsätzlichen Festlegung der Typengröße ist nun das Verhalten im Netz zu betrachten. Wenn dem Verbraucher unter Verzicht auf den Sternpunkt des Systems die drei Außenleiter zugeführt werden, so erfüllt der in Stern geschaltete Spartransformator in jedem Betriebsfall die Hauptbedingung des Gleichgewichtes der Amperewindungen. Abb. 2 zeigt als Grenzfall die Einphasenlast V zwischen zwei Außenleitern. Das magnetische Gleichgewicht der beiden beteiligten Schenkel ist gewahrt, es werden sich die durch ohmsche und induktive Widerstände in den Leitungen bedingten und die dem Kurzschlußdreieck des Transformators entsprechenden Spannungsabfälle einstellen. Ausdrücklich sei betont, daß Unsymmetrien im Spannungsstern, die durch ungleichmäßige Stromverteilung in den Hauptleitungen und den damit verbundenen Spannungsabfällen in Maschinen und Transformatoren sowie in vielleicht zu schwach bemessenen Leitungen zustandekommen, ohne Korrektur und ohne Schwierigkeit über jeden Transformator hinweggehen. Es darf nicht übersehen werden, daß im Drehstromsystem ohne ausgeführten Sternleiter die Summe der Spannungen immer gleich Null ist. Die Kraftflüsse in den drei Schenkeln des Transformators werden sich infolgedessen ebenfalls zu Null ergänzen. Liegt z. B. der Netzregler in der Nähe des Verbrauchers am Ende einer längeren Stichleitung, so wird bei einer ungleichmäßigen Lastverteilung sich am Verbraucher ein verzerrter, schie-

Digitized by Google

fer Spannungsstern einstellen, trotz des Netzreglers, der meist einphasig durch irgendwelche Prüfeinrichtungen (Kontaktrelais usw.) gesteuert wird und wohl die überwachte Phase auf die Nennspannung einstellt, sich aber nicht gestört fühlt, wenn die beiden anderen Phasen zu kleine oder zu große Spannungen aufweisen. Dieser Mangel ließe sich am Regler dadurch beseitigen, daß die Antriebe getrennt, d. h. für jede Phase gesondert ausgeführt werden, und daß für mehrere Steuereinrichtungen gesorgt wird.

Wir wenden uns jetzt dem Netz zu, und zwar, wie es die Praxis meist verlangt, dem Netz mit Sternpunktleiter. Hier sind grundsätzlich zwei Arten zu unterscheiden: 1. Der Speisetransformator ist in geeigneter Schaltung (⅄ ⋋ oder ▷ ⅄) vorhanden, und der Sternleiter wird in der ganzen Ausdehnung des Netzes als vierter Leiter mitgeführt. Oder 2. dieser Netztransformator hat Stern-Stern-Schaltung mit nur beschränkt belastbarem Sternpunkt, so daß dieser nur schwach bemessen oder überhaupt nicht herausgeführt ist und beim Verbraucher erst geschaffen werden muß.

Bei dem in sternpunktbelastbarer Schaltung ausgeführten Speisetransformator sei zwischen Station und Verbraucher der Netzregler eingeschaltet. Dann lassen sich wiederum zwei Möglichkeiten denken:

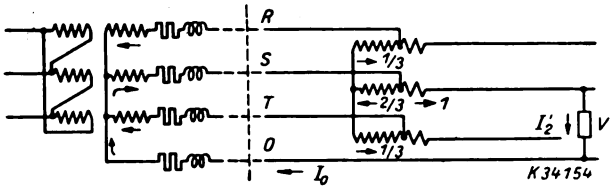


Abb. 3. Einphasenlast im Netz mit Sternpunktleiter. Sternpunkt des Spartransformators nicht angeschlossen.

1. Der Netzregler liegt nur zwischen den Außenleitern, ohne daß sein Sternpunkt ausgeführt ist (Abb. 3). Zwischen S und 0 liege als Grenzfall der unsymmetrischen Belastung eine Einphasenlast V mit dem Strom I_2'. Abb. 3 zeigt die notwendige Stromverteilung. Diese erzwingt einen Luftfluß von Joch zu Joch mit seinen unangenehmen Folgeerscheinungen (Kastenerwärmung, Spannungsverzerrung).

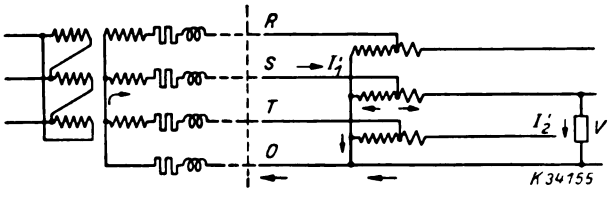


Abb. 4. Spartransformator mit Sternpunktanschluß.

2. Im Gegensatz dazu stellt Abb. 4 den Spartransformator mit angeschlossenem Sternpunkt dar. Hier fließt der Teil des Stromes, der vorher (Abb. 3) die freien Amperewindungen auf Schenkel R und T erzeugte, durch den Nulleiter zurück. Eine Spannungsverzerrung und Lagenänderung des Sternpunktes infolge ungleicher Amperewindungsverteilung ist ausgeschlossen. Dagegen kann die Spannungsänderung des Sternpunktes bei schwach ausgeführtem oder sehr langem Mittelleiter ziemlich beträchtliche und unangenehme Größen annehmen. Dazu kommt noch der Spannungsverlust im Leiter S, hervorgerufen durch den Strom I_1'. Der Netzregler bringt in diesem Fall keine zusätzliche Verlagerung, er ist bei dieser Anordnung aber auch außerstande, den Sternpunkt zu festigen und in die richtige Lage zu bringen.

Betrachten wir nun den Fall des in Stern-Stern geschalteten Netztransformators. Der Sternpunktleiter ist entlastet, wenn über den Regler die Einphasenlast V nach Abb. 5 angeschlossen wird. Bei dieser Schaltung ist der innere Aufbau des Netzreglers von entscheidendem Einfluß[2]).

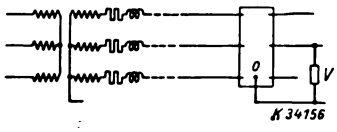


Abb. 5. Neubildung des Netzsternpunktes durch den Spartransformator.

a) Der Regeltransformator ist in Stern (Sparstern!) geschaltet. Es bedeuten:

I' Strom bei Sternpunktlast,

I Strom bei symmetrischer Drehstromlast.

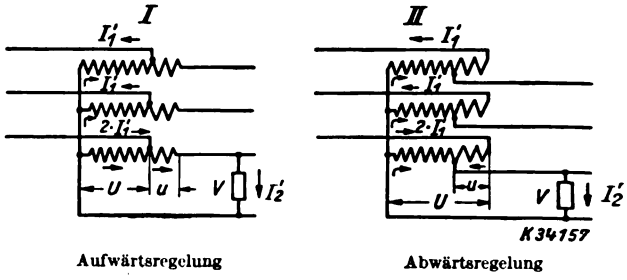


Abb. 6. Stern-Sparschaltung.

In beiden Fällen (Abb. 6) treten auf allen Schenkeln gleichgroße und gleichgerichtete (also freie) Amperewindungen auf. Bei der Berechnung sind an dieser Stelle und an weiteren statt der Windungszahlen die ihnen proportionalen Spannungen gesetzt.

$$\text{I} \qquad U I_1' = U\left(I_2' - 2 \cdot I_1'\right) + u I_1' \qquad \text{II} \qquad U I_1' = (U-u)\left(I_2' - 2 \cdot I_1'\right) - 2 \cdot u I_1' ,$$

daraus der Primärstrom

$$I_1' = \frac{1}{3} I_2' \frac{U+u}{U} \qquad I_1' = \frac{1}{3} I_2' \frac{U-u}{U} . \qquad (4)$$

Auf Grund der Bemessung der Kupferquerschnitte dürfte sekundärseitig ein Strom $I_2' = I_2$ entnommen werden. Die unausgeglichenen Amperewindungen verursachen jedoch (s. oben) durch ihren Blindwiderstand eine starke Verschiebung des Systemsternpunktes. Es soll untersucht werden, welche Einphasen-, d. i. Nullpunktlast zulässig ist bei erträglicher Verlagerung.

Bei Leistungstransformatoren, die in Stern-Stern geschaltete Wicklungen tragen, wird nach R.E.T., § 8, eine Sternpunktbelastung von 10 % zugelassen[3]), je Schenkel dürfen also 3,33 % freie Amperewindungen auftreten. Diese Erfahrung machen wir uns zunutze:

$$\text{I} \qquad 1 \leqq \frac{U+u}{U} \leqq \infty ; \qquad \text{II} \qquad 0 \leqq \frac{U-u}{U} \leqq 1 .$$

Die zugelassenen freien AW. sind proportional $U I_1'$

$$U I_1' = \frac{3{,}33}{100} I_2 u = \frac{0{,}1}{3} I_2 u \qquad U I_1' = \frac{3{,}33}{100} I_1 u = \frac{0{,}1}{3} I_1 u$$

weiter ist

$$I_1 = I_2 \frac{U-u}{U} .$$

[2]) Bei den folgenden Rechnungen wurden mir von Herrn R. Küchler in dankenswerter Weise Unterlagen zur Verfügung gestellt.

[3]) VDE 0532.

Digitized by Google

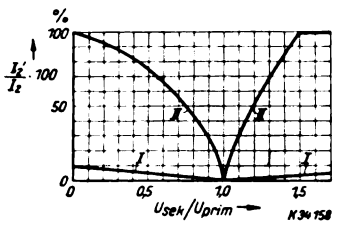
Aus Gl. (4) folgt:

$$I_2' = 3 \cdot I_1' \frac{U}{U+u} \qquad I_2' = 3 \cdot I_1' \frac{U}{U-u}$$

$$I_2 = U I_1' \frac{3 \cdot 10}{u} \qquad I_2 = I_1' \frac{U \cdot 3 \cdot 10}{u} \cdot \frac{U}{U-u}$$

$$\frac{I_2'}{I_2} \cdot 100 = 10 \cdot \frac{u}{U+u} \text{ in \%} \qquad \frac{I_2'}{I_2} \cdot 100 = 10 \cdot \frac{u}{U} \text{ in \%} \quad (5)$$

Das Verhältnis des zulässigen Nullpunktstromes zum Normalstrom hängt wesentlich vom Übersetzungsverhältnis ab. Abb. 7 zeigt die Abhängigkeit in Kurve *I*. Die



I Schaltung: Stern-Spar
II Schaltung: Zickzack-Spar

Abb. 7. Abhängigkeit der zulässigen Sternpunktlast vom Übersetzungsverhältnis.

zulässige Belastbarkeit ist so gering und ungenügend, daß sie für die meisten Fälle wohl nicht ausreicht. Ein in Stern geschalteter Regeltransformator ist zur Sternpunktbildung bzw. -stützung unbrauchbar.

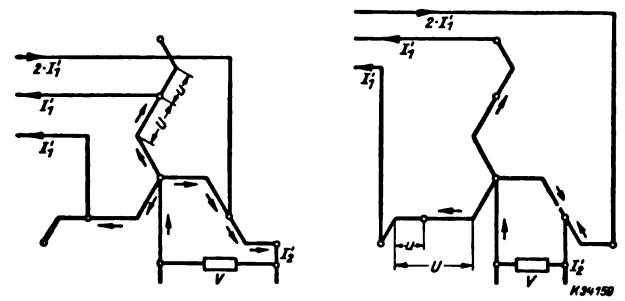


Abb. 8. Zickzack-Sparschaltung.

b) Eine bedeutende Verbesserung ergibt die sog. Zickzack-Sparschaltung. Zur besseren Übersicht sei in Abb. 8 die Wicklung als Spannungsbild dargestellt. Bereits beim Aufzeichnen der Ströme ist festzustellen, daß das AW.-Gleichgewicht voll gewahrt ist. Die richtige Stromverteilung ist durch Unterbringung einzelner Wicklungsteile auf verschiedenen Schenkeln sozusagen erzwungen:

$$AW' = I_1' u + (I_2' - 2 \cdot I_1') U = I_1' U \qquad AW' = 2 \cdot I_1' u + I_1' U = (U-u)(I_2' - 2 \cdot I_1'),$$

daraus:

$$I_1' = \frac{1}{3} \cdot I_2' \cdot \frac{U+u}{U}; \qquad I_1' = \frac{1}{3} \cdot I_2' \cdot \frac{U-u}{U}.$$

Die Stromverteilung entspricht größenordnungsgemäß der Sternschaltung, jedoch ist eine Sternpunktverlagerung durch ungleiche Amperewindungen ausgeschlossen.

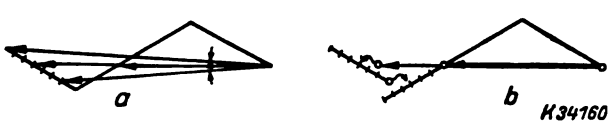


Abb. 9. Stufenregelung bei der Zickzack-Sparschaltung.

Volle Sternpunktbelastung ist aber auch hier nicht ohne weiteres möglich, und zwar in Hinblick auf die höchste Strombelastbarkeit, die durch die dreiphasige Belastung in den Ausmaßen der Wicklungsquerschnitte gegeben ist. In Abb. 7 zeigt Kurve *II* auch diese Abhängigkeit. Durch eine entsprechende Vergrößerung der Innenleistung ist eine Steigerung der höchsten Belastung zu erreichen. Es lohnt jedoch nicht, darauf näher einzugehen, denn der Zickzack-Sparschaltung haftet ein anderer Nachteil an: die Schwierigkeit der Stufenregelung. Abb. 9 a drückt das deutlich aus. Eine Zu- und Abschaltung stört sofort das AW.-Gleichgewicht und ändert außerdem die Phasenlage der Spannungen. Auf die Möglichkeit einer von diesem Nachteil freien, verwickelten Regeleinrichtung (in Abb. 9 b eingezeichnet) sei jedoch hingewiesen.

c) Das letzte Mittel zur Nullpunktstützung bietet sich in einer Ausgleichswicklung auf dem Spartransformator, der sog. Tertiärwicklung. Sie soll den Ausgleich schaffen, der bei der Stern-Sparschaltung fehlt. Jeder Schenkel erhält eine weitere Spule, die zusammen in Reihe, d. h. in Dreieck, geschaltet werden. Die Spannung der Tertiärwicklung je Phase sei im folgenden gleich der Primärspannung *U*. Zu bestimmen ist die Leistung dieser Wicklung und der Einfluß auf die Größe des Spartransformators. Die größte unsymmetrische Sekundärbelastung tritt auf, wenn zwei Phasen vollbelastet sind, die dritte dagegen keine Leistung abgibt.

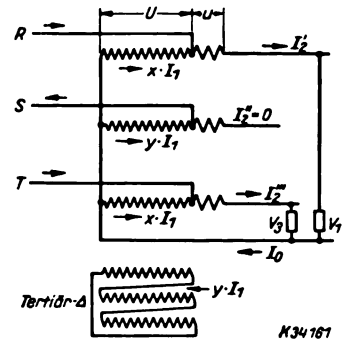


Abb. 10. Spartransformator mit Ausgleichswicklung. Aufwärtsregelung.

1. Aufwärtsregelung (Abb. 10).

I_2' und I_2''' seien gleich groß und gleich dem größtzulässigen Strom bei dreiphasiger Last:

$$I_2' = I_2''' = I_2 = I_1 \frac{U}{U+u}.$$

Der Strom $y I_1$ erfordert in der Tertiärwicklung einen gleich großen Gegenstrom. Die Ströme $x I_1$ in den Erregerwicklungen der anderen Schenkel sind gleich groß und in ihrer Größe ebenfalls unbekannt.

Es gilt

$$I_0 = x I_1 \hat{+} x I_1 \hat{+} y I_1. \quad (6)$$

Aus dem Stromdiagramm Abb. 11 folgt:

$$I_0 = I_2' = I_1 \frac{U}{U+u}.$$

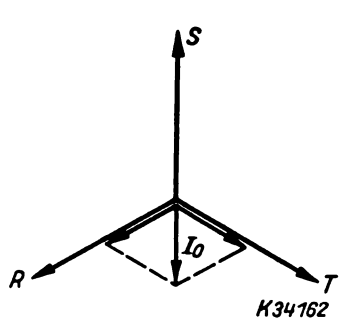


Abb. 11. Stromdiagramm. I_0 resultierender Strom im Sternpunktleiter.

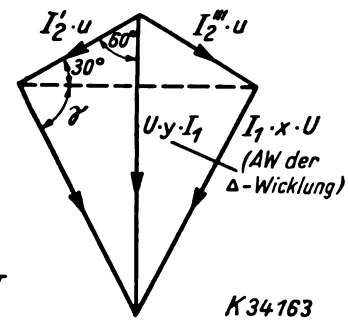


Abb. 12. AW.-Diagramm für Transformator nach Abb. 10.

Zur Bestimmung von x und y ist das AW.-Diagramm der Schenkel *R* und *T* aufzuzeichnen (Abb. 12). Aus diesem und aus Gl. (6) folgt:

$$2 \cdot x I_1 \sin\gamma + y I_1 = I_1 \frac{U}{U+u}$$

$$2 \cdot x \sin\gamma + y = \frac{U}{U+u},$$

Digitized by Google

ferner aus dem AW.-Diagramm:

$$x \sin\gamma = y - \frac{u}{U+u} \sin 30° = y - \frac{1}{2} \cdot \frac{u}{U+u}.$$

Mithin

$$2 \cdot \left(y - \frac{1}{2} \cdot \frac{u}{U+u}\right) + y = \frac{U}{U+u}$$

$$y = \frac{1}{3}.$$

Die Leistung der Ausgleichswicklung wird damit

$$L_\Delta = 3 \cdot U\, y\, I_1 = 3 \cdot U \frac{I_1}{3} = \frac{1}{3} N. \qquad (7)$$

Die Tertiärwicklung ist unabhängig von der Übersetzung für ein Drittel der Durchgangsleistung auszulegen!

Die Belastung der Erregerwicklung des freien Schenkels S ist

$$y I_1 = \frac{1}{3} I_1.$$

Solange $\frac{u}{U+u} \leqq \frac{1}{3}$, also $u \leqq \frac{U}{2}$, ist der Strom $\frac{1}{3} I_1$ für die Bemessung der Erregerwicklung maßgebend. Dies bestätigt sich bei der Nachprüfung der Belastung in den Erregerwicklungen der Phasen R bzw. T. Nach dem Kosinussatz ist aus dem AW.-Diagramm

$$x = \sqrt{\left(\frac{u}{U+u}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2 - 2 \cdot \frac{u}{U+u} \cdot \frac{1}{3} \cos 60°}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{u}{U+u}\right)^2 + \frac{1}{9} - \frac{1}{3} \frac{u}{U+u}}.$$

Für $u = 0$ wird $x = \frac{1}{3} = y$,

„ $\frac{u}{U+u} \leqq \frac{1}{3}$ wird $x \leqq \frac{1}{3}$.

Wird $\frac{u}{U+u} > \frac{1}{3}$, so wird auch $x > \frac{1}{3}$, dieser Fall scheidet bei Regeltransformatoren jedoch im allgemeinen aus. Die Typenleistung des Spartransformators mit Tertiärwicklung berechnet sich demnach zu

$$L_T = \frac{1}{2}\left[3 \cdot u\, I_1 \frac{U}{U+u} + 3 \cdot U \frac{I_1}{3} + 3 \cdot U \frac{I_1}{3}\right]$$

$$L_T = N\left[\frac{1}{2} \frac{u}{U+u} + \frac{1}{3}\right]. \qquad (8)$$

2. Abwärtsregelung (durch Gegenschaltung, Abb. 13).

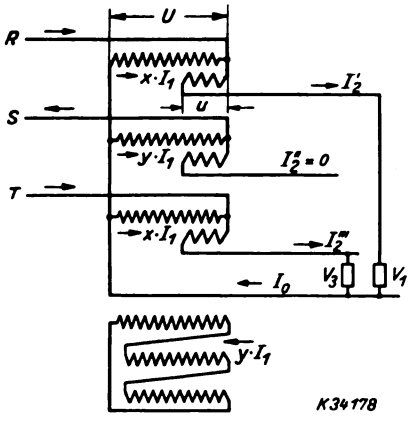


Abb. 13. Spartransformator mit Ausgleichswicklung. Abwärtsregelung.

Es gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei der Aufwärtsregelung 1.

$$I_2' = I_2''' = I_2 = I_1 \frac{U}{U-u}$$

$$I_0 = x I_1 \hat{+} x I_1 \hat{+} y I_1 = I_1 \frac{U}{U-u}.$$

Daraus nach Abb. 14 (AW.-Diagramm)

$$2 \cdot x I_1 \sin(\gamma + 30°) + y I_1 = I_1 \frac{U}{U-u}$$

$$2 \cdot x \sin(\gamma + 30°) + y = \frac{U}{U-u},$$

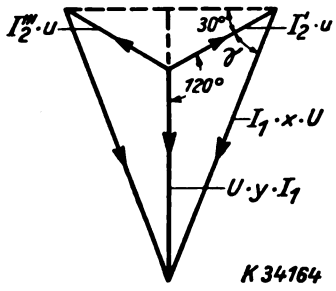


Abb. 14. AW.-Diagramm für Transformator nach Abb. 13.

weiterhin aus AW.-Diagramm:

$$x \sin(\gamma + 30°) = y + \frac{u}{U-u} \sin 30° = y + \frac{1}{2} \frac{u}{U-u},$$

mithin

$$2 \cdot y + \frac{u}{U-u} + y = \frac{U}{U-u}$$

$$y = \frac{1}{3}.$$

Die Tertiärwicklung hat die gleiche Leistung wie vorher [Gl. (7)]:

$$L_\Delta = \frac{1}{3} N.$$

L_Δ ist auch hier unabhängig von der Übersetzung. Die Belastung der Erregerwicklung $x I_1$ von Phase R und T bestimmt sich wieder aus

$$x = \sqrt{\left(\frac{u}{U-u}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2 - 2 \cdot \frac{u}{U-u} \cdot \frac{1}{3} \cos 120°}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{u}{U-u}\right)^2 + \frac{1}{9} + \frac{1}{3} \cdot \frac{u}{U-u}}.$$

Der Faktor x ist für verschiedene Fälle:

Zahlentafel 1.

u %	0	10	15	20	25	30
x	0,333	0,401	0,446	0,505	0,576	0,66

Da x hier in allen Fällen größer als y ist, so ist x für die Bemessung der Erregerwicklung maßgebend.

Endlich wird die Typenleistung:

$$L_T = \frac{1}{2}\left[3 \cdot u\, I_1 \frac{U}{U-u} + 3 \cdot U\, I_1 \underbrace{\sqrt{\left(\frac{U}{U-u}\right)^2 + \frac{1}{9} + \frac{1}{3} \cdot \frac{u}{U-u}}}_{x} + 3 \cdot U \frac{I_1}{3}\right]$$

$$L_T = N\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{u}{U-u} + \frac{x}{2} + \frac{1}{6}\right). \qquad (9)$$

Zahlentafel 2 gibt eine Zusammenstellung der benötigten Typengrößen für eine Reihe der üblichen Regelbereiche.

Zahlentafel 2.

u %	Aufwärtsregelung L_T nach Gl. (8)	Abwärtsregelung L_T nach Gl. (9)	ohne Δ L_T nach Gl. (3)	Typen-Differenz L_T (9) − L_T (3)
10	0,379 · N	0,422 · N	0,11 · N	0,312 · N
15	0,399 · N	0,478 · N	0,177 · N	0,301 · N
20	0,416 · N	0,544 · N	0,250 · N	0,294 · N
25	0,433 · N	0,622 · N	0,333 · N	0,289 · N
30	0,448 · N	0,711 · N	0,428 · N	0,283 · N

Die letzte Spalte gibt die Innenleistung an, die für die Tertiärwicklung benötigt wird. Zum Vergleich mag

Digitized by Google

die Typengröße einer getrennt aufzustellenden Zickzack-Drosselspule dienen, wie sie zur Sternpunktbildung bereits bekannt ist[4]). Es sei (Abb. 15) $N = \sqrt{3} \cdot U_N I_2$, worin

N Durchgangsleistung,
U_N vom Netzregler konstant gelieferte Spannung,
I_2 größter sekundärer Strom.

$$L_T = 3 \cdot \frac{I_2}{3} \frac{U_N}{3}$$

$$= \frac{1}{3} I_2 U_N = \frac{1}{3\sqrt{3}} N$$

$$L_T = 0{,}193 \cdot N .$$

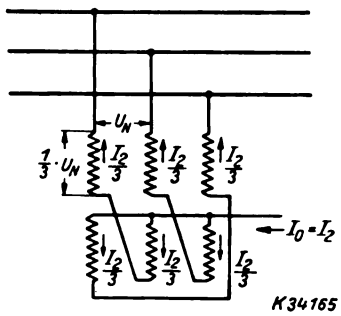


Abb. 15. Zickzack-Drosselspule zur Bildung eines vollbelastbaren Sternpunktes.

Die innere Leistung L_T ist wesentlich geringer als die gerechnete Differenzleistung. Daß die Gesamtverluste sich in gleicher Weise unterscheiden, ist selbstverständlich. In diesem Zusammenhang auf das Preisproblem näher einzugehen, liegt nicht im Rahmen dieses Aufsatzes. Jedoch kann festgestellt werden, daß der Typenunterschied auch nach der Kostenseite hin eine Trennung in Spartransformator und zusätzlichen Sternpunkttransformator rechtfertigt.

[4]) AEG-Mitt. (1932) H. 2, S. 57.

Zusammenfassung.

Zur Konstanthaltung der Spannung in Drehstromnetzen werden Netzregler in Sparschaltung verwendet. Erscheint in einem solchen Netz infolge unsymmetrischer Lastverteilung eine Sternpunktstützung oder überhaupt eine Neubildung des Sternpunktes notwendig, so gibt es wohl Möglichkeiten, den Spartransformator selbst zur Lösung dieser Aufgabe zu verwenden. Eine vergleichende Rechnung stellt aber fest, daß es wirtschaftlicher und also zweckmäßiger ist, hierfür ein anderes Gerät, die Nullpunkt-Drosselspule in Zickzack-Schaltung heranzuziehen. Diese bietet weiterhin den nicht zu unterschätzenden Vorteil, daß sie in nächster Nähe des Verbrauchers aufgestellt werden kann, was bei dem erstgenannten Netzregler nicht immer möglich ist.

Netzverstärkung durch Kondensatoren.

Von **Hermann Schulze** VDE, Auma.

621. 319. 4. 004. 14 : 621. 311. 153

Übersicht. Die hervorragenden Eigenschaften des Starkstromkondensators hinsichtlich Betriebssicherheit, Preise und Verluste haben ihn zu einem besonders brauchbaren Mittel der wirtschaftlichen Netzverstärkung gemacht. Die Gesichtspunkte für seinen Einsatz als Reihen- oder Parallelkondensator werden aufgezeigt. Eine neuartige Vorrichtung für die selbsttätige Zu- und Abschaltung des Parallelkondensators in Abhängigkeit von den Bedürfnissen nach Stromentlastung und Spannungsstützung wird beschrieben.

Ziel jeder Netzverstärkung ist, auch bei steigender Netzbelastung in allen Teilen des Gesamtnetzes bei geringsten Jahreskosten (Kapitaldienst, Verluste) eine bestmögliche Nutzbarkeit des Verbraucherstromes zu gewährleisten.

Bei Erörterung der in der Drehstromversorgung hierfür wirtschaftlichen Maßnahmen ist zu unterscheiden, ob es sich um Freileitungs- oder Kabelnetze handelt. Die Übertragungsfähigkeit von Freileitungen (Hoch- und Niederspannung) wird im allgemeinen durch die den Abnehmern zumutbaren Spannungsabfälle, diejenige von Kabelnetzen außerdem durch deren Strombelastungsfähigkeit (Erwärmung) begrenzt. Freileitungen ergeben, weil der Blindfall[1]) $\Delta U_B = k\,x \sin\varphi$ (k konstanter Faktor, x Blindwiderstand, φ Phasenverschiebungswinkel) verhältnisgleich dem Blindwiderstand ist, größere Spannungsabfälle als gleich starke Kabel.

Allgemeines.

Drehstromnetze können verstärkt werden durch:

1. Einschaltung weiterer Speisepunkte (Umspannstellen) oder Erhöhung der Spannung,
2. Verstärkung der Leiterquerschnitte,
3. Minderung der Spannungsabfälle durch transformatorische Regler,
4. Kompensation des induktiven Blindwiderstandes durch Reihenkondensatoren,
5. Blindstromentlastung und bzw. oder Spannungsabfallminderung durch Parallelkondensatoren.

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 951.

Zu 1. Die Einschaltung weiterer Speisepunkte und die Erhöhung der Übertragungsspannung sind, falls überhaupt möglich, wirtschaftlich nur dann, wenn die zusätzlich im Mittel- bzw. Niederspannungsnetz verlangte Leistung groß ist im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit des zu verstärkenden Netzes; sie ergeben jedoch meist zu hohe spezifische Kosten je kW Netzverstärkung, wenn, was in der Regel zutrifft, auf längere Zeit nur eine geringe Zusatzleistung verlangt wird.

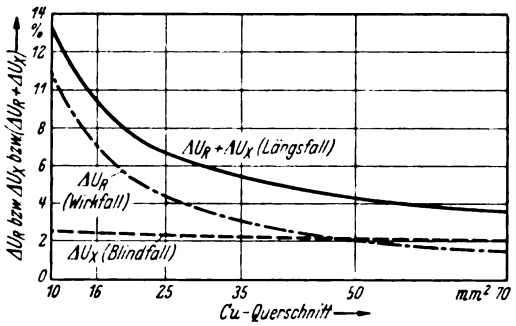


Abb. 1. Spannungsabfall bei einer Drehstrom-Übertragung von 10 kW, 400 V, cos φ = 0,707, auf 1000 m Leitungslänge von verschiedenem Querschnitt (mittl. Leiterabstand d_m = 700 mm).

Zu 2. Der für Freileitungen besonders naheliegende Schritt, in solchen Fällen größere Querschnitte aufzulegen, ist ebenfalls nicht immer der wirtschaftlichste[2]), weil der Spannungsabfall bei größerem Querschnitt infolge des sich nur unbedeutend ändernden Blindwiderstandes weit weniger als umgekehrt verhältnisgleich der Querschnittsverstärkung abnimmt (s. Abb. 1).

Zu 3. Selbsttätig arbeitende transformatorische Spannungsregler zur Steigerung der Netzübertragungsfähigkeit sind zu billigen und betriebssicheren Einrichtungen entwickelt worden. Insbesondere stellt der relaislose Netz-

[2]) Vgl. a. ETZ 57 (1936) S. 1400.

Digitized by Google

regler mit selbsttätiger Auslösung des Regelvorganges durch eine spannungsempfindliche Kippkreisanordnung (s. Abb. 2) ein an Einfachheit und Betriebssicherheit kaum noch zu übertreffendes Betriebsmittel dar. Der Vorteil der transformatorischen Regler, die Netzspannung fein-

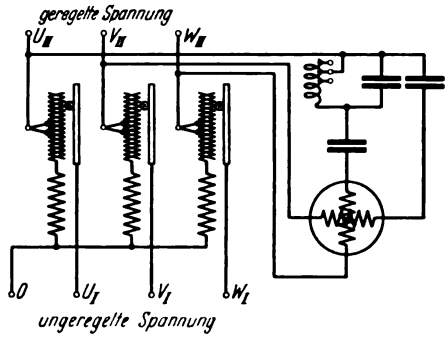


Abb. 2. Grundschaltung eines relaislosen Netzreglers.

stufig oder stetig regeln zu können, wird meist überschätzt; auch der bedeutendste spannungsempfindliche Stromabnehmer, die Glühlampe, hat eine über der Spannung nur flach verlaufende Kurve von Mindestbetriebskosten (Lampen- + Stromkosten[3]). Dem vermeintlichen Vorteil feinstufiger Regelung stehen schwerwiegende Nachteile gegenüber: 1. Regeltransformatoren verschlechtern den Wirkungsgrad der Übertragung durch zusätzliche Blindstrombelastung, und zwar um so stärker, je weiter entfernt vom Kraftwerk bzw. Speisepunkt (z. B. in Ortsnetzen) die Aufspannung stattfindet[4]). 2. Ihr Eigenverbrauch verursacht dauernde Verluste; sie müssen 3. von vornherein für eine bestimmte — entweder anfangs zu große oder später zu kleine — Leistung bemessen werden und sind 4. nur in einer Speiserichtung wirksam. Wegen des Nachteiles 4 ist ihre Anwendung unmöglich in mehrfach gespeisten vermaschten Netzen, in denen sich die Speiserichtung ändern kann.

Zu 4. Statische Kondensatoren, die sich nicht nur zur Stromentlastung, sondern in den Netzen mit erheblichen Blindwiderständen[5]) (Freileitungen) auch zur Spannungsregelung verwenden lassen, arbeiten praktisch verlustfrei und ohne Wartung; als Stromschieber können sie in kleinen Einheiten auf das Netz verteilt und jederzeit der jeweils benötigten Blindleistung angepaßt werden[6]). Die Spannungsstützwirkung der Kondensatoren ist unabhängig von der Speiserichtung.

Kondensatoren werden, je nachdem, ob sie die Eigenschaften der Fortleitungsanlage oder der zu übertragenden Belastung verbessern sollen, als Reihen- oder als Parallelkondensatoren eingesetzt.

Kompensation des Netzblindwiderstandes durch Reihenkondensatoren.

Die netzverstärkende Wirkung des Reihenkondensators beruht darauf, daß sein Blindwiderstand den induktiven Blindwiderstand der Übertragungsanlage vermindert. Der Längsfall der nicht kompensierten Anlage

$$\Delta U_L = \frac{N_w R + N_B \omega L}{U_2} \qquad (1)$$

geht über in den Längsfall mit kompensiertem Blindwiderstand

$$\Delta U_{L_c} = \frac{N_w R + N_B \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}{U_2}, \qquad (2)$$

wobei

N_w Wirkleistung,
N_B Blindleistung,
R ohmscher Leitungswiderstand,
$\omega L = x$ induktiver Leitungswiderstand,
C Kapazität des Reihenkondensators,
U_2 Spannung am Ende der Leitung.

Der Vektor U_1 am Anfang der Leitung (s. **Abb. 3**) wird gegen den Verbraucher-Scheinstrom I gedreht, d. h. $\varphi_{1_c} < \varphi_1$ der unkompensierten Leitung. Die Blindleistung W_B der Drehstromleitung vermindert sich auf

$$W_{B_c} = 3 I^2 \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) 10^{-3} \text{ kVA}. \qquad (3)$$

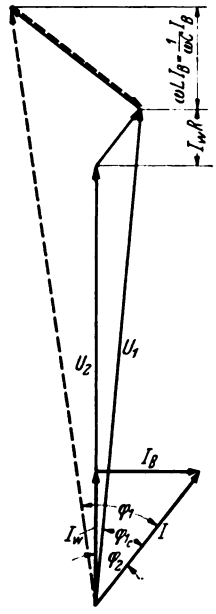


Abb. 3. Vektorschaubild einer Drehstromfreileitung mit kompensiertem Blindwiderstand $\left(\omega L = \frac{1}{\omega C}\right)$.

Die Spannungsstützung durch einen Reihenkondensator ist um so wirksamer, je schlechter der Leistungsfaktor der zu übertragenden Leistung und je größer der Leitungs-Blindwiderstand, d. h. je „weicher" die Leitung ist. Bei einem Leistungsfaktor in der Nähe von 1 ist sie praktisch unwirksam, in einer bereits phasenkompensierten Anlage (Blindleistungserzeugung beim Abnehmer) demzufolge unzweckmäßig.

Der Hauptvorteil des Reihenkondensators zur Spannungsstützung besteht in seiner ohne Relais u. dgl. arbeitenden Sofortwirkung; im Gegensatz zu ihm sprechen transformatorische Regler bekanntlich erst dann an, nachdem die Spannung bereits vom Sollwert abgewichen ist. Der Reihenkondensator eignet sich deshalb insbesondere zur Beseitigung von Spannungszuckungen[7]), die z. B. stoßweise Belastungen in Mittel-, vor allem aber in Niederspannungsnetzen hervorrufen. Die Vorgänge auf einer Drehstrom-Übertragungsanlage mit Reihenkondensator bei verschiedenem Kompensationsgrad $k = \frac{\frac{1}{\omega C}}{\omega L}$ zeigt Abb. 4.

Ein Nachteil des Reihenkondensators ist, daß er der Leitung die für den Kurzschlußfall so wichtige Eigenschaft der Drosselspulenwirkung nimmt und somit die

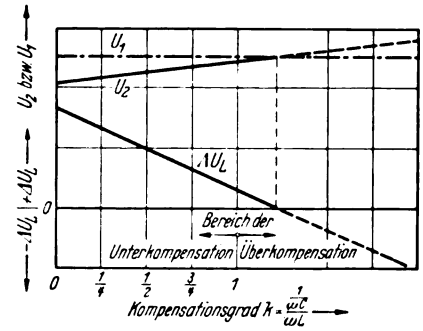


Abb. 4. Blindwiderstands-Kompensation einer Drehstromfreileitung (U_1 Spannung am Anfang, U_2 Spannung am Ende der Leitung; ΔU_L Längsfall).

Stoß- und Dauerkurzschlußströme erhöht[8]). Seine Anwendung beschränkt sich deshalb im allgemeinen auf

[3]) Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 63.
[4]) Haefely-Mitt. Nr. 3, S. 29.
[5]) Vgl. a. Gen. Electr. Rev. 39 (1936) S. 466.
[6]) Vgl. ETZ 51 (1930) S. 1227; 56 (1935) S. 501; 57 (1936) S. 207; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 509; AEG-Mitt. (1930) S. 294.
[7]) Electr. Wld., N. Y. 103 (1934) S. 942; 106 (1936) S. 3488; Electr. J. 33 (1936) S. 145; Gen. Electr. Rev. 31 (1928) 33 (1930) S. 279.
[8]) Vgl. a. AEG-Mitt. (1936) S. 147; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 419; Schweiz. techn. Z. (1936) S. 587.

Digitized by Google

den Bereich teilweiser Blindwiderstands-Kompensation $\left(\frac{1}{\omega C} < \omega L\right)$ und vor allem auf Niederspannungsnetze. Außerdem muß er gegen Überlastungen und namentlich gegen Kurzschlüsse besonders geschützt werden; dazu eignen sich schnell und sicher ansprechende Überbrückungsschalter, Funkenstrecken und vor allem spannungsabhängige Widerstände. Auf die Möglichkeit der Erscheinungen von Spannungsresonanz[9]), die zwar mit der Grundwelle im Normalbetrieb kaum, u. U. aber mit den Oberwellen auftreten kann, muß Rücksicht genommen werden.

Im Gegensatz zum Parallelkondensator ist die Leistung des Reihenkondensators, ebenso wie die des transformatorischen Reglers, verhältnisgleich dem auszuregelnden Spannungsabfall und damit der Länge der zu verstärkenden Leitungsanlage.

Weitere Anwendungsgebiete für den Reihenkondensator sind die Leistungsverschiebung in Ringnetzen, zu der bisher vorzugsweise Regeltransformatoren, sog. Längs- und Querumspanner[10]), verwendet wurden, und die Erzielung des Bestwertes für das Verhältnis $\frac{\text{Blindwiderstand}}{\text{Wirkwiderstand}}$, das die Kuppelleitungen zwischen parallel arbeitenden Kraftwerken in Abhängigkeit von den zu übertragenden Leistungen und aus Stabilitätsgründen[11]) aufweisen müssen.

Zu 5. Blindstromentlastung des Netzes und bzw. oder Spannungserhöhung durch Parallelkondensatoren.

Die Vorteile der Anlagen-Blindstromentlastung durch die örtliche Erzeugung der induktiven Blindleistung, heute vorzugsweise durch Parallelkondensatoren, sind hinreichend bekannt[12]). Sie bedeuten wirksame Verlustersparnis in allen auf Strom zu bemessenden Anlageteilen, für Kabel, Stromerzeuger, Umspanner usw. außerdem erhöhte Belastbarkeit mit Wirkleistung. Dabei wird der Gewinn für gleich große Veränderung des Leistungsfaktors um so kleiner, je mehr man sich $\cos\varphi = 1$ nähert (s. Abb. 5).

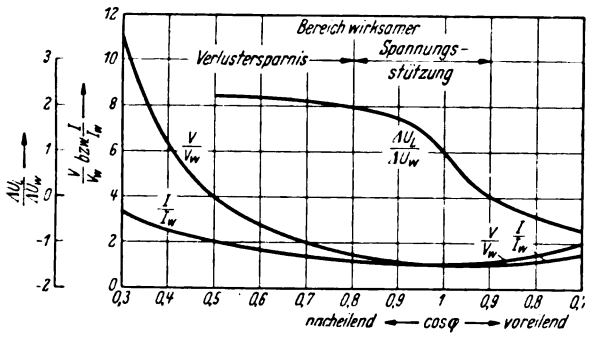


Abb. 5. Phasenkompensation einer Drehstromübertragung durch Parallelkondensatoren bei konstanter Wirkstromlieferung (Verhältnis von Schein- zu Wirkstrom, der entspr. Verluste und Spannungsabfälle).

Die örtliche Blindleistungserzeugung bietet aber in Netzen mit erheblichem Blindwiderstand, d. h. vorzugsweise in Freileitungsnetzen, zugleich die Möglichkeit praktisch verlustfreier Spannungsregelung. Der Längsfall einer nicht phasenkompensierten Leitung [Gl. (1)] vermindert sich durch eine Kondensatorenbelastung N_C auf

$$\Delta U_L = \frac{N_w R + (N_B - N_C)\, x}{U_2}. \qquad (4)$$

Soll der Längsfall auf einer bereits mit N_w und $N_B = N_w \operatorname{tg}\varphi$ belasteten Leitung unverändert bleiben, wenn sie zusätzlich belastet wird mit der Wirkleistung ΔN_w und der Blindleistung $\Delta N_B = \Delta N_w \operatorname{tg}\varphi$ (gleicher $\cos\varphi$ wie die bereits vorhandene Belastung), so ergibt sich aus der Beziehung

$$N_w (R + x \operatorname{tg}\varphi) = (N_w + \Delta N_w)(R + x \operatorname{tg}\varphi) - N_C x$$

oder

$$N_C = \Delta N_w (R\, x + \operatorname{tg}\varphi)$$

die je kVA Kondensatorenleistung mit gleichem Spannungsabfall verfügbar gewordene Wirkleistung zu

$$\frac{\Delta N_w}{N_C} = \frac{x R}{1 + x R \operatorname{tg}\varphi}. \qquad (5)$$

Parallelkondensatoren beim Verbraucher stützen also — entgegen ihrem Verhalten hinsichtlich Stromentlastung — die Spannung um so wirksamer[13]), je höher der Leistungsfaktor des zu verstärkenden Netzes ist (s. Abb. 5). Ihre Leistung ist unabhängig von der Leitungslänge, ihre Anwendung gegenüber den anderen Mitteln der Netzverstärkung ist um so wirtschaftlicher, je länger die zu verstärkende Leitung ist. Die Wirkungsweise etwa vorhandener transformatorischer Netzregler wird durch sie nicht beeinträchtigt.

Die Kosten je kW Netzverstärkung $k_{\Delta N_w}$ durch Kondensatoren mit Anschaffungskosten von k_{N_C} RM je kVA ergeben sich aus Gl. (5) zu

$$k_{\Delta N_w} = k_{N_C}\left(\frac{R}{x} + \operatorname{tg}\varphi\right) \text{ RM/kW}. \qquad (6)$$

Selbsttätige Zu- und Abschaltung netzverstärkender Parallelkondensatoren.

Eine Schwierigkeit in der Ausnutzung der Kondensatoren für beide Zwecke — Stromentlastung und Spannungsstützung — gleichzeitig ergibt sich daraus, daß die Kondensatoren zur Kompensierung der Blindleistung von Kleinabnehmern, die sich ihre Blindleistung im allgemeinen nicht selbst erzeugen, und der sich daraus ergebenden Spannungsabfälle entweder dauernd am Netz belassen oder aber durch Schaltuhren oder Spannungsrelais für die Zeiten hoher Netzbelastung bzw. zu niedriger Spannung zu- und abgeschaltet werden müssen. Die dauernde Belassung der Kondensatoren am Netz hat den Nachteil, daß sie die Spannung in den Zeiten des Netzschwachlastbetriebes oftmals unzulässig hochziehen und dabei außer-

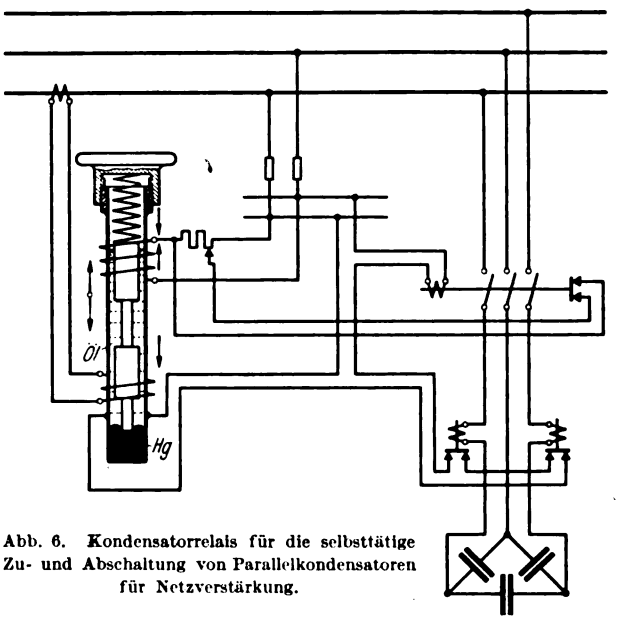


Abb. 6. Kondensatorrelais für die selbsttätige Zu- und Abschaltung von Parallelkondensatoren für Netzverstärkung.

[9]) Vgl. VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 21; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 20 (1929) H. 19; 25 (1934) S. 10; Haefely-Mitt. (1934) S. 40; Bauer, Der Kondensator in der Starkstromtechnik; Berlin: J. Springer.

[10]) Vgl. a. BBC-Nachr. 17 (1930) S. 304; Siemens-Z. 12 (1932) S. 132; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 52 (1934) S. 297.

[11]) Vgl. a. Elektrotechn. u. Masch.-Bau 52 (1934) S. 181; 55 (1937) S. 185; Electr. Wld., N. Y. 89 (1927) S. 1061.

[12]) Vgl. ETZ 51 (1930) S. 1227; 52 (1931) S. 1517; 54 (1933) S. 672; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 22 (1931) S. 509; Schweiz. techn. Z. (1932) S. 77; Electr. Wld., N. Y. 103 (1934) S. 375; Gen. Electr. Rev. 39 (1936) S. 466; Asea-J. 13 (1936) S. 75; Electr. Rev., Lond. 113 (1933) S. 766; Electr. J. 33 (1936) S. 107.

[13]) Vgl. a. Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 27 (1936) S. 653.

Digitized by Google

dem die Leitungen unnötigerweise mit dem ihrer Nennleistung entsprechenden Strom belasten. Die selbsttätige Zu- und Abschaltung der Kondensatoren durch Uhren, z. B. für die bekannten Zeiten des Netzvollastbetriebes, hat den Nachteil, daß der Vollastbetrieb nicht täglich (z. B. nicht an Sonn- und Feiertagen) und innerhalb der einzelnen Tage oftmals zu verschiedener Zeit („Wandern" der Spitze) auftritt, zuweilen auch an Werktagen durch Gemeinschaftsrundfunkempfang der Industriebetriebe usw. eine kurze schlagartige Unterbrechung erfahren kann. Die Verwendung von Spannungsrelais mit der Aufgabe, die Kondensatoren bei sinkender Netzspannung zu- und bei steigender Spannung wieder abzuschalten, ist abgestellt auf die einseitige Verwendung der Kondensatoren nur zur Spannungsstützung, nicht aber gleichzeitig zur Anlagenstromentlastung. Die Bedürfnisse nach Spannungsstützung und Stromentlastung sind aber, namentlich in mehrfach gespeisten vermaschten Netzen, durchaus nicht immer gleichbedeutend; z. B. kann in solchen Netzen beim Abschalten einiger Umspannstellen zum Zwecke von Instandsetzungsarbeiten, bei teilweiser Netzzerstörung und dgl. auch bei Schwachlastbetrieb Bedürfnis nach Spannungsstützung eintreten ohne das Kennzeichen hoher Strombelastung, und umgekehrt kann Bedürfnis nach Stromentlastung schon vorliegen ohne zu niedrige Spannung.

Diese Nachteile der nur einseitigen und unvollkommenen Ausnützung von Kondensatoren lassen sich vermeiden durch Strom- und Spannungsrelais[14]) zu ihrer selbsttätigen Zu- und Abschaltung, noch besser aber durch das Kondensatorrelais nach Abb. 6. Es zeichnet sich durch große Einfachheit und Betriebssicherheit aus, bedarf keiner Wartung, ist billig in der Anschaffung und somit eine wertvolle Ergänzung des die gleichen Eigenschaften besitzenden Kondensators.

Zusammenfassung.

Kondensatoren sind besonders einfache und wirtschaftliche Mittel der Netzverstärkung. Der Reihenkondensator zur Kompensation des Blindwiderstandes von Freileitungen ist geeignet, Spannungszuckungen durch stoßweise Belastungen auszuregeln. Der Parallelkondensator verbessert die Eigenschaften der Belastung; er mindert die zu übertragende Blindleistung und stützt in Netzen mit erheblichen Blindwiderständen (Freileitungen) auch die Spannung. Seine Spannungsregelwirkung rechtfertigt die Phasenkompensation auch auf Leistungsfaktoren von 1 und darüber; in Verbindung mit geeigneten Vorrichtungen zur selbsttätigen Zu- und Abschaltung ist er der ideale Regler namentlich für mehrfach gespeiste vermaschte Netze.

[14]) Vgl. a. Electr. Wld., N. Y. 106 (1936) S. 3755.

Fortschritte im Bau von Turbogeneratoren.

Von A. Klüpfel, Berlin.

(Schluß von S. 683.)

621. 313. 322-81

Zwillings-Turbogeneratoren.

In neuester Zeit haben die Zwillings-Turbogeneratoren, die mit Dampfturbinen nach Ljungström zusammengebaut werden, eine ungeahnte Entwicklung durchgemacht. Die Ljungströmturbine besteht im Prinzip aus zwei gegeneinanderlaufenden Schaufelrädern. Jedes dieser Räder ist fliegend an die rechts und links angeordneten Generatorläufer angeflanscht. Die Aufhängung der Turbinenschaufelringe ist durch die hier verwendeten nachgiebigen Verbindungsglieder zwischen Schaufelring und Turbinenscheibe wärmeelastisch gestaltet, so daß kleinste Spiele in den Labyrinthdichtungen eingehalten werden können. Im Betrieb dehnen sich die beiden gegeneinanderlaufenden Schaufelringe gleichmäßig in radialer Richtung, so daß die Spiele sich auch im Betrieb nicht verändern.

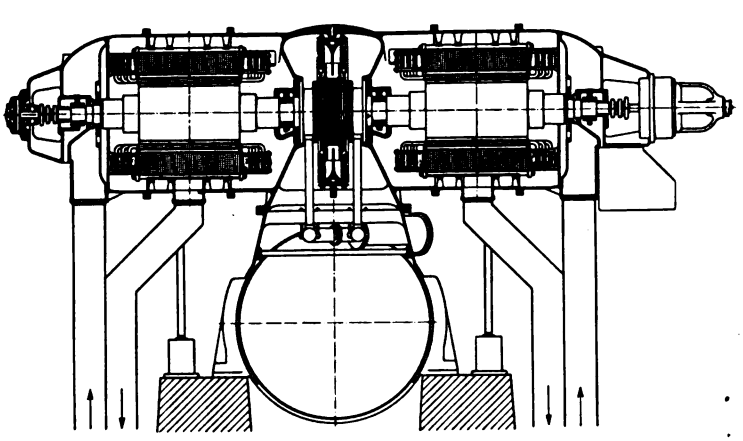


Abb. 6. Drehstrom-Kondensations-Turbosatz 25 000 kW, 3000 U/min, Bauart Ljungström.

In jedem Zwillingsgenerator wird die halbe mechanische Turbinenleistung in elektrische Energie umgeformt. Die beiden Generatorständer und Lagerschilde werden fliegend an das Turbinengehäuse angeflanscht. Diese Bauweise ergibt eine sehr einfache, leichte und billige Gründung. Säulen- oder Wangenfundamente sind nicht notwendig (Abb. 6).

Die beiden Generatoren, deren Läufer in entgegengesetzter Drehrichtung laufen, sind ständig elektrisch gekuppelt. Die Läuferwicklungen sind hintereinandergeschaltet. Sie werden also in Reihe erregt, so daß beide Generatoren, die gleich ausgeführt sind, gleichmäßig magnetisiert werden. Die Folge davon ist, daß die beiden Hälften bei verhältnismäßig geringer Drehzahl in Tritt fallen.

Durch die besondere Anordnung können Kurzschlußkräfte wesentlicher Größe nicht auf das Turbinenwiderlager und die Gründung übertragen werden. Diese Kräfte werden durch die Flanschverbindungen zwischen Generator und Turbine aufgenommen und wirken sich innerhalb des Maschinensatzes selbst aus. Da beide Maschinenhälften praktisch symmetrisch sind, treten bei einem äußeren Kurzschluß auf der einen Hälfte auch immer Kurzschlußkräfte in der anderen auf. Infolge der Gegenläufigkeit ist die Kraftrichtung verschieden, es können deshalb einseitige Beanspruchungen des Widerlagers der Turbine nicht eintreten.

Um die Labyrinthdichtungen der Dampfturbine nicht zu beschädigen, ist es notwendig, daß die Generatorläufer starr gehalten werden, d. h. die Biegeeigenschwingungszahl des Läufers muß weit über der Betriebsdrehzahl liegen. Erfahrungsgemäß wählt man die Biegeeigen-

Digitized by Google

schwingungszahl der Läufer bei Zwillings-Turbogeneratoren nicht unter 3900 U/min. Diese Bedingung zwingt zur Einhaltung eines bestimmten Verhältnisses vom Läuferdurchmesser zur wirksamen Läufereisenlänge. Als Richtlinie kann gelten, daß das Verhältnis $D : L = 1 : 2$ die obere Grenze darstellt, bei der die Bedingung noch eingehalten werden kann.

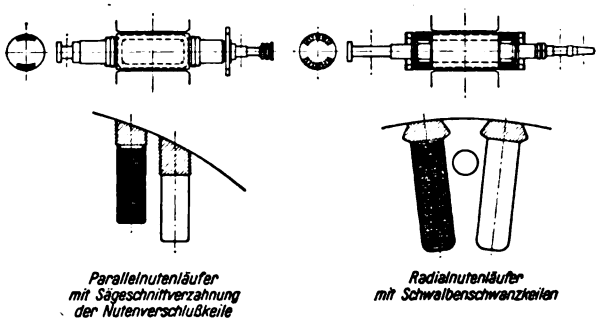


Abb. 7. Turbogeneratorenläufer.

Für die Zwillings-Turbogeneratoren findet neben dem Parallelnutläufer auch der Radialnutläufer mit angewachsenen Zähnen Verwendung. Bei dem Parallelnutläufer liegen die Nuten einer Seite parallel zueinander. Weit ausladende Spulenköpfe werden dabei vermieden, und deshalb können beiderseitig starke Wellenenden an den Ballen geflanscht werden (Abb. 7). In den parallelen Zahnflanken ist kein Platz für einen Schwalbenschwanzkeil üblicher Ausführung vorhanden. Die Nuten werden deshalb durch Keile verschlossen, die nicht breiter als die Nut selbst sind. Die Keilflanken erhalten darum eine Verzahnung ähnlich einem Sägeschnitt. Obwohl der Parallelnutläufer im Ballen ein größeres Trägheitsmoment besitzt als der Radialnutläufer, ist man doch, besonders in Deutschland, dazu übergegangen, für größere Leistungen den bewährten Massivläufer zu verwenden, weil die mechanischen Beanspruchungen im Radialnutläufer geringer sind und der Radialnutläufer einen wesentlich einfacheren Aufbau aufweist als der aus mindestens fünf Teilen bestehende Parallelnutläufer.

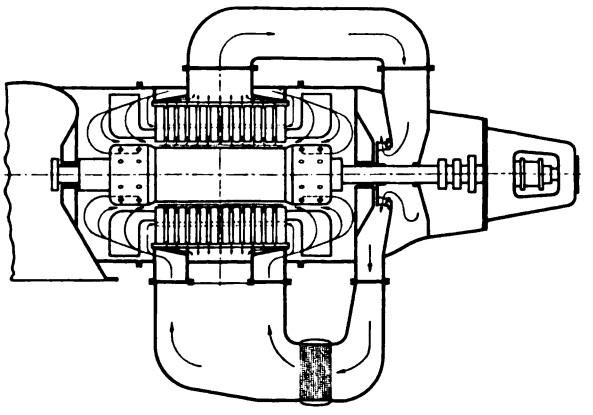


Abb. 8. Zweiseitige Lüftung (Sauglüftung) an einem Zwillings-Turbogenerator.

Der gegenwärtige Stand des Zwillings-Turbobaues zeigt Deutschland an erster Stelle. Es sind augenblicklich Zwillings-Turbogeneratoren für eine Turbinenleistung von 2 · 21 500 kVA bei 3000 U/min im Bau. Ein Maschinensatz für 2 · 37 500 kVA und eine Drehzahl von 1500 U/min wurde im Jahre 1936 im Kraftwerk Goldenberg des RWE in Betrieb genommen. Dieser Maschinensatz stellt in der Zwillingsbauart die Weltspitzenleistung dar.

Bei der Luftführung für die größeren Zwillings-Turbogeneratoren für 3000 U/min ist bemerkenswert, daß diese Maschinen genau wie normale Turbogeneratoren zweiseitig belüftet werden. Wie aus Abb. 8 zu ersehen ist, wird auch hier die Sauglüftung angewendet. Der Lüfter wird dabei außerhalb der Generatorlager angeordnet.

Mit den hier genannten Leistungen ist der Zwillings-Turbogeneratorbau noch nicht am Ende. Zwillings-Turbogeneratoren könnten bei 3000 U/min heute ohne Schwierigkeit für 2 · 35 000 kVA gebaut werden. Die Grenzleistung wird durch die Turbine bestimmt.

Sonderausführungen.

Eine Betrachtung über den heutigen Stand des Turbogeneratorenbaues wäre nicht vollständig, wenn nicht einige besonders wichtige Sonderausführungen erwähnt würden, einmal die Entwicklung von sog. Höchstspannungs-Turbogeneratoren, ferner von Turbogeneratoren für elektrischen Schiffsantrieb und die Anwendung der Turbokonstruktion für den Synchronmotor mit Selbstanlauf.

Höchstspannungs-Turbogeneratoren, d. h. Maschinen mit einer Klemmenspannung bis 36 kV, sind in den letzten Jahren bereits mehrfach gebaut worden. Pionierarbeit hat die Firma Parsons in England geleistet. Eine bemerkenswerte Anlage wurde von der Firma Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz), im Kraftwerk Langerbrügge in Belgien erstellt.

Da Turbozentralen vielfach im Gegensatz zu Wasserkraftwerken, die meistens über Fernleitungen arbeiten müssen, unmittelbar in das Verbrauchernetz arbeiten, baut man Turbogeneratoren, insbesondere zweipolige, zweckmäßig für Höchstspannungen.

Ferner arbeiten zweipolige Turbogeneratoren mit einem großen magnetischen Fluß, so daß die unterzubringende verhältnismäßig kleine Leiterzahl im Ständer isolationstechnisch keine allzu großen Schwierigkeiten bereitet.

Es gibt verschiedene Arten von Ausführungen solcher Sonderwicklungen. Die Firma Parsons verwendet z. B. als Leiter konzentrische Zylinder, die ineinandergeschoben sind. In der Mitte ist der kreisrunde Leiter mit der höchsten Spannung. Eine andere Ausführung ist die der Firma Brown, Boveri & Cie., bei der die einzelnen zylindrischen Leiter in übereinanderliegenden, die Nut bildenden Rundlöchern untergebracht sind.

Für eine gegebene Maschinenleistung gibt es einen natürlichen Spannungsbereich, innerhalb dessen die Maschinen am wirtschaftlichsten und zweckmäßigsten gebaut und auch der höchste Wirkungsgrad erreicht werden kann. Dieser natürliche Spannungsbereich nimmt mit der Leistung der Maschine zu. Als untere Grenze für die Höchstspannung von 33 bis 36 kV können Maschinengrößen von 25 000 bis 30 000 kVA angesehen werden. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit haben die Untersuchungen ergeben, daß der Wirkungsgrad einer Anlage mit einem Höchstspannungsgenerator um etwa 1 % günstiger liegt als bei einer Anlage mit Transformator. Unter Verwendung der heute zur Verfügung stehenden Isolierstoffe können solche Höchstspannungsmaschinen als betriebssicher angesprochen werden, wenn der Generator auf ein Netz arbeitet, wo wenig Freileitungen oder ein Kabelnetz vorhanden ist.

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet des Turbogenerators ist durch den turboelektrischen Schiffsantrieb gegeben. Beispiele hierfür sind die deutschen Schnelldampfer „Scharnhorst“[6]) und „Potsdam“, die im Sommer 1935 in Dienst gestellt wurden.

Für den entwerfenden Ingenieur handelt es sich dabei um die Lösung ähnlicher Aufgaben, wie sie bei Zwillings-Turbogeneratoren vorkommen. Bei den Schiffsmanövern laufen diese Generatoren mit verschiedenen Drehzahlen; da aber in der kritischen Drehzahl nicht gefahren werden darf, muß der Läufer starr sein, d. h. die Biegeeigenschwingungszahl muß weit über jeder im Betrieb vorkommenden Drehzahl liegen. Diese Bedingung kann nur mit dem Massivläufer mit angewachsenen Zähnen erfüllt werden. Die Generatoren für die deutschen turboelektrischen Schiffe wurden deshalb sämtlich in dieser Läufer-

[6]) ETZ 56 (1935) S. 809 u. 815.

Digitized by Google

bauart ausgeführt. Die Abb. 9 zeigt einen Schnitt durch einen Turbogenerator der „Potsdam". Besonders wichtig für Turbogeneratoren für Schiffsantrieb sind geringster Platzverbrauch und kleinstes Gewicht. Deshalb wird bei solchen Maschinen eine möglichst gedrängte Bauart bevorzugt. Gewichtsersparnis wird erzielt durch weitgehende Anwendung der Schweißkonstruktion und durch Verwendung von Leichtmetallteilen an allen Stellen, die nicht unmittelbar zur Tragkonstruktion gehören.

Eine bemerkenswerte Sonderlösung stellt der Synchronmotor in Turboausführung dar. Das Interesse für Synchronmotoren größerer Leistung ist in der letzten Zeit immer stärker geworden, da der Synchronmotor außer als Antriebsmaschine gleichzeitig auch als Blindleistungsmaschine arbeiten kann und somit eine wirtschaftliche Ausnutzung der Fernleitungen erreicht wird.

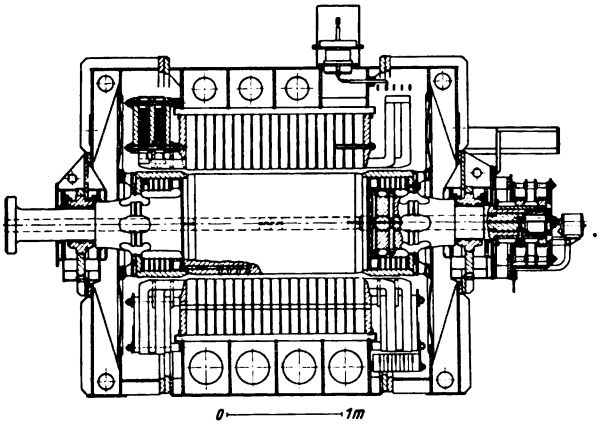


Abb. 9. Drehstrom-Turbogenerator 10 000 kVA, 6 kV, 53⅓ Hz, 3200 U/min für Schiffsschraubenantrieb, Längsschnitt.

Unter den Arbeitsmaschinen, die mit hoher Drehzahl arbeiten, sind es vor allem die Kompressoren, für deren Antrieb immer häufiger Turbosynchronmotoren verwendet werden. Dabei wird natürlich die Forderung nach asynchronem Selbstanlauf gestellt, zu deren Erfüllung gewöhnlich eine Käfigwicklung vorgesehen wird. Bei der Drehzahl von 3000 U/min und den oft recht beträchtlichen Schwungmassen kommt man zu hohen Erwärmungen der Anlaufwicklung.

Bei den Turbosynchronmotoren liegt die Entwurfsaufgabe in der zweckmäßigen Wahl und Bemessung der Anlaufwicklung. Da während der Anlaufszeit nicht damit zu rechnen ist, daß ein nennenswerter Teil der Wärme abgeführt werden kann, ergeben sich für die Anlaufwicklung schwierige bauliche Bedingungen, schon mit Rücksicht auf die verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten des Werkstoffes für die Wicklung und des Ballenkörpers. In den letzten Jahren wurden von den SSW für die Victoria Falls & Transvaal Power Co., Südafrika, vier Turbosynchronmotoren mit einer Leistung von je 6500 kW, $\cos\varphi = 0{,}7$, 10 500 V und 3060 U/min geliefert.

Verschiedene Ausführungsformen der Anlaufwicklung sind in Abb. 10 dargestellt. Die Wicklung ist immer zwischen Nutenverschlußkeil und Erregerwicklung untergebracht. Auf beiden Seiten sind die einzelnen Stäbe mit den Kurzschlußringen verbunden. Um die auftretenden Erwärmungen im Anlaufstab und die damit verbundenen Längendehnungen zu beherrschen, können die Anlaufstäbe mit einer Temperatur, die dem Anlaufzustand entspricht, in die beiden Kurzschlußringe eingehängt werden. Der Stab erfährt also bereits beim Einlegen eine gewisse Längung, die sich während des Erkaltens in Spannung umsetzt. Beim Anlauf und der dabei eintretenden Erwärmung geht derselbe Vorgang rückläufig vor sich. Im Betrieb erfährt der Stab keinerlei Längenänderung.

Ein anderer Weg, die Längendehnung zu beherrschen, ist in dem untern Teil der Abb. 10 gezeigt. Der Stab wird hier in der Längsrichtung unterteilt. Jedes Stabstück ist für sich festgehalten; die äußeren Stücke an den beiden Kurzschlußringen, das Mittelstück im Ballen.

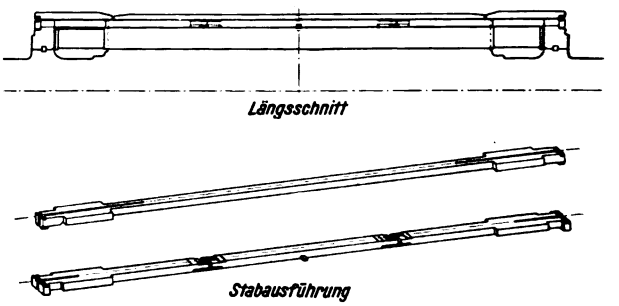


Abb. 10. Anlaufwicklung für einen Turbo-Synchronmotor 6500 kW, 10,5 kV, 3000 U/min.

Die Verbindung der einzelnen Stabstücke geschieht durch elastische Dehnungsglieder. Bei dieser Anordnung ist dem Anlaufstab die Möglichkeit der freien Längendehnung gegeben. Der Gleitweg auf der Isolation, die zwischen Stab und Erregerwicklung liegt, ist aber je Längeneinheit vermindert.

Zusammenfassung.

Dem Elektromaschinenbauer ist es auch in den letzten Jahren gelungen, die schnellaufenden Drehstromerzeuger hinsichtlich Ausnutzungssteigerung, Wirkungsgradverbesserung und Betriebssicherheit ein beachtliches Stück Wegs vorwärtszubringen. Besonders bemerkenswert ist die Weiterentwicklung der Zwillings-Turbogeneratoren bis zu einer Leistung von 43 000 kVA bei $n = 3000$ U/min bzw. 75 000 kVA bei $n = 1500$ U/min. Der turboelektrische Schiffsantrieb sowie der Synchronmotor mit Selbstanlauf haben dem Turbogenerator neue, ausbaufähige Anwendungsgebiete erschlossen.

Sondenmessungen im Lichtbogen.

537.721+.722 : 537.523.5

Nachdem Langmuir bei Entladungen unter niedrigem Druck durch Sondenmessungen weitgehend Aufschlüsse über die Potentialverteilung, die Ionendichte und die Elektronentemperatur erlangt hatte, ist wiederholt versucht worden, auch über die Natur des Lichtbogens auf diese Weise Aufschluß zu bekommen. Dabei wird die Sonde mit solcher Geschwindigkeit durch den Lichtbogen bewegt, daß sie sich nicht zu stark erhitzt. R. C. Mason[1]) unterwirft diese Sondenmessungen im Lichtbogen bei Atmosphärendruck einer kritischen Nachprüfung. Er findet, daß die Einführung der Sonde die Verhältnisse im Lichtbogen weitgehend ändert. Da die Sondentemperatur weit unter der Gastemperatur bleibt, ist die Sonde von einer Übergangszone umgeben, die als dunkler Raum erscheint und ein Mehrfaches des Sondendurchmessers hat. Diese Zone hindert den Ionenfluß und ruft Raumladungen hervor, die den größten Teil des Stromes ablenken. Der Energiefluß zur Sonde beträgt bei einem 6 A-Bogen etwa 50 W je cm Sondenlänge, bei einem Sondendurchmesser von 0,03 cm. Etwa die Hälfte wird durch Wärmeleitung durch den dunklen Raum, die andere Hälfte durch Wiedervereinigung von dissoziierten Molekülen an der Sondenoberfläche transportiert. Die bei niedrigem Druck gut bewährte Deutung der Sondencharakteristik läßt sich also nicht auf die Entladungen bei höherem Druck übertragen. Die Zahlenergebnisse sind daher nur als rohe Annäherungswerte zu betrachten. Der Kathodenfall liegt bei 10 V, der Anodenfall bei 20 V, die Stromdichte in der positiven Säule bei einem 6 A-Bogen bei 20 A/cm², der Gradient bei 33 V/cm und die Ionendichte bei 10^{14}. *Br.*

[1]) R. C. Mason, Phys. Rev. 51 (1937) S. 28.

Digitized by Google

Der über gittergesteuerte Stromrichter gespeiste Hauptstrommotor.

Von H. Zehnder, Oerlikon.

621. 314. 652 : 621. 313. 222. 072

Übersicht. Die Arbeit zeigt das Verhalten eines Hauptstrommotors in den verschiedenen Belastungsfällen, wobei die Regelung des Motors über einen gittergesteuerten Gleichrichter erfolgt. Die durch die Gittersteuerung hervorgerufene Blindleistung des Gleichrichters wird untersucht. Weiter wird auf die Welligkeit des Gleichstromes eingegangen; von einer besonderen Glättungsdrosselspule wurde abgesehen und nur die Hauptstromwicklung des Motors wirkt stromglättend.

Mit der Entwicklung der Stromrichter, insbesondere der gittergesteuerten Gleichrichter, ist auch ihre Anwendungsmöglichkeit um ein Bedeutendes gestiegen. So wird in neuerer Zeit der gittergesteuerte Gleichrichter auch zur direkten Speisung von Gleichstrommotoren herangezogen, wobei die stufenlose sowie praktisch verlustlose Regelung als ein besonderer Vorteil gegenüber jedem anderen Regelverfahren zu verzeichnen ist. Von den beiden gebräuchlichen Motorenarten, dem Nebenschluß- und Hauptstrommotor, zeichnet sich besonders der letztere bei der Speisung über einen gittergesteuerten Gleichrichter durch seine einfache Schaltung aus. Während der Nebenschlußmotor für seine Feldwicklung einen besonderen, wenn auch verhältnismäßig kleinen gitterlosen Gleichrichter bzw. zusätzliche Anoden verlangt, kann der Hauptstrommotor unmittelbar zwischen Kathode und Nullpunkt des Gleichrichtertransformators geschaltet werden. Außerdem kann die Feldwicklung des Hauptstrommotors zur Stromglättung herangezogen werden, so daß eine Drosselspule wegfällt oder auf alle Fälle kleiner als bei Verwendung von Nebenschlußmaschinen zu bemessen ist.

Im nachfolgenden soll gezeigt werden, wie sich der über einen gittergesteuerten Gleichrichter gespeiste Hauptstrommotor bei den verschiedensten Belastungsarten verhält. Der Untersuchung ist ein sechsphasiger gittergesteuerter Gleichrichter zugrunde gelegt. Die bei Untersuchungen von Gleichrichtern üblichen Vereinfachungen werden ebenfalls angewandt, und so wird angenommen, daß die Induktivität im Gleichstromkreis unendlich groß und der Gleichstrom somit ohne Welligkeit ist. Auch werden die Induktivitäten im Wechselstromkreis sowie die Überlappungen der Anodenströme vernachlässigt.

Die Speisung von Motoren über gittergesteuerte Gleichrichter stellt den Belastungsfall bei Gegenspannung dar[1]). Außer dem ohmschen Widerstand ist noch die EMK des Motors zu überwinden. Die vom Gleichrichter abgegebene Leerlaufspannung, d. h. ihr arithmetischer Mittelwert bei einer Aussteuerung von $\alpha = 0\,°$, ist:

$$E_{g m_0} = E_a \sqrt{2}\,\frac{p}{\pi}\,\sin\frac{\pi}{p} \qquad (1)$$

und für eine Aussteuerung von $\alpha\,°$ wird der Mittelwert der Gleichspannung:

$$E'_{g m} = E_a \sqrt{2}\,\frac{p}{\pi}\,\sin\frac{\pi}{p}\cos\alpha = E_{g m_0}\cos\alpha. \qquad (2)$$

Der Vollständigkeit halber sei auch der arithmetische Mittelwert des Gleichstromes bei Belastung durch Gegenspannung aufgeführt. Wie bekannt, hängt derselbe bei gegebener Spannung von der Größe der Gegenspannung des Motors sowie dem ohmschen Widerstand ab, so daß wir für den Gleichstrom schreiben können:

$$I_{g m} = \frac{E'_{g m} - E}{R}. \qquad (3)$$

[1]) Siehe auch E. Kübler, ETZ 57 (1936) S. 161.

Alle obigen Gleichungen gelten unter der eingangs gemachten Voraussetzung, daß der Gleichstrom ohne Welligkeit ist. Es bedeuten E_a den Effektivwert der Wechselstromspannung, p die Phasenzahl, α den Zündverzögerungswinkel und E die Gegenspannung des Motors.

In Abb. 1 ist der arithmetische oder gewöhnliche Mittelwert $E'_{g m}$ bzw. seine Verhältniszahl zur ungeregelten Spannung $E_{g m_0}$ in Abhängigkeit von der Zündverzögerung α bei vernachlässigter Gegenspannung aufgezeichnet.

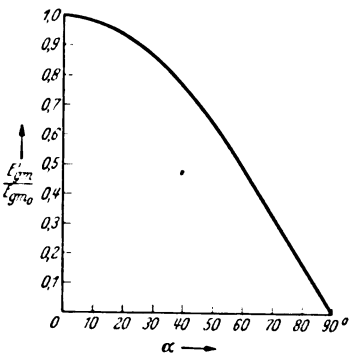
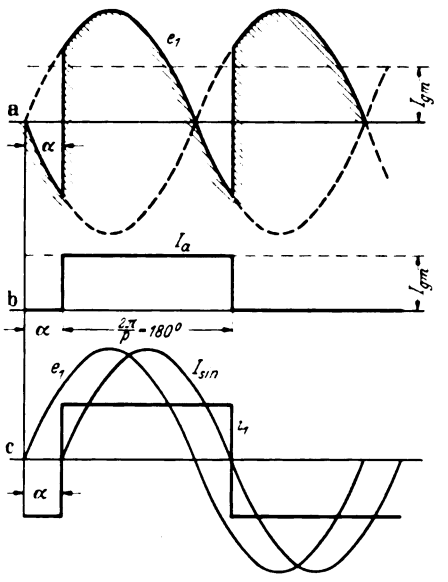


Abb. 1. Mittlere Gleichspannung in Abhängigkeit von der Zündverzögerung α bei unendlich großer Induktivität im Gleichstromkreis.

Von weiterem Interesse ist noch die Welligkeit des Gleichstromes. Die Induktivität der Kathodendrosselspule und der Hauptstromwicklung wird in der Praxis stets einen endlichen Wert haben, so daß ein vollständig geglätteter Gleichstrom nicht zu erwarten ist. Eine diesbezügliche Untersuchung wird weiter unten erfolgen.

Der vom Gleichrichter geforderte Blindstrom setzt sich aus dem Blindstrom, hervorgerufen durch die Zündverzögerung, dem Leerlauf-Blindstrom des Umspanners



a Kathodenspannung
b Anodenstrom
c Primärstrom

Abb. 2. Verlauf der Ströme und Spannungen eines Einphasen-Gleichrichters mit Gittersteuerung.

und dem Blindstrom, erzeugt durch die Überlappung der Anodenströme, zusammen. Während die Leerlauf-Blindleistung durch die Magnetisierung des Transformatoreneisens entsteht und für alle Belastungen annähernd konstant ist, hat die Blindleistung, hervorgerufen durch die Überlappung der Anodenströme, ihre Ursache in den wechselstromseitigen Induktivitäten. Die beiden letztgenannten Blindleistungen werden jedoch hier übergangen, da sie im Vergleich zur Blindleistung infolge Gittersteuerung kleine Beträge aufweisen.

Digitized by Google

Die durch Gittersteuerung entstandene Blindleistung können wir gleichstromseitig bestimmen. Wir führen die Überlegung an einem zweiphasigen System durch, wobei sich dann zeigen wird, daß sich die gefundene Gleichung ohne weiteres auf das mehrphasige Gleichrichtersystem anwenden läßt. Wie aus der Abb. 2 a hervorgeht, läßt sich durch Sperren der Anoden der Zündpunkt beliebig verzögern. So kann die Zündung z. B. erst nach $\alpha°$ eingeleitet werden. Der Anodenstrom beginnt dann im Zeitpunkt α zu fließen und fließt während der Zeit $\frac{2\pi}{p} = 180°$ (Abb. 2 b). Auf der Primärseite gesehen beginnt der Strom im Zündaugenblick der betreffenden Phase zu fließen, so daß der Primärstrom gegenüber der Netzspannung eine Phasenverschiebung von $\alpha°$ im nacheilenden Sinne erfährt. Dies ist in Abb. 2 c wiedergegeben, worin e_1 die Netzspannung und $I_{\sin}$ die Grundwelle des Primärstromes i_1 darstellen. Im vorerwähnten einphasigen Wechselstromsystem würde die vom Gleichrichter geforderte Blindleistung:

$$N_B = E_a I \sin\alpha ,$$

wobei E_a und I die Effektivwerte der Wechselstromspannung bzw. des Wechselstromes bezeichnen. Auf die Gleichstromseite bezogen und unter Annahme eines vollständig geglätteten Gleichstromes entsprechen den beiden Effektivwerten die mittlere Gleichspannung $E_{g m_0}$ bei einer Aussteuerung von $\alpha = 0°$ sowie der Gleichstrom I_{gm}. Wir können nunmehr folgende Gleichung hinschreiben:

$$N_B = E_{g m_0} I_{gm} \sin\alpha$$

oder, damit wir die Blindleistung durch die vom Gleichrichter abgegebene Spannung ausdrücken:

$$N_B = \frac{E'_{gm}}{\cos\alpha} I_{gm} \sin\alpha = E'_{gm} I_{gm} \operatorname{tg}\alpha . \qquad (4)$$

Da in Gl. (4) nur gleichstromseitige Größen vorkommen, kann diese Formel auch für jedes mehrphasige Gleichrichtersystem angewandt werden.

Wir gehen nun über zur Untersuchung der einzelnen Belastungsfälle einer Hauptstrommaschine: 1. Normalbelastung, das heißt, wir drücken dem Motor eine Gleichspannung auf, die wir für alle Belastungen konstant halten, 2. untersuchen wir die Verhältnisse bei Regelung des Hauptstrommotors auf konstante Drehzahl; 3. Regelung auf konstantes Drehmoment, 4. Regelung auf konstante Leistung. Die vier Grundgleichungen für Gleichstrommotoren lauten:

Die elektromotorische Kraft ist:

$$E = \frac{z}{a}\frac{p\,n}{60} 10^{-8} \Phi = C\,n\,\Phi . \qquad (5)$$

Die Drehzahl n wird:

$$n = \frac{a \cdot 60}{z\,p \cdot 10^{-8}} \frac{E}{\Phi} = C_1 \frac{E}{\Phi} . \qquad (6)$$

Das Drehmoment ϑ_a ist:

$$\vartheta_a = \frac{z\,p \cdot 10^{-8}}{\pi \cdot 9{,}81 \cdot 2\,a} \Phi I_{gm} = C_2 \Phi I_{gm} . \qquad (7)$$

Die vom Motor abgegebene Leistung ist

$$N = \frac{E I_a}{1000} = \frac{\vartheta_a n}{975} = \frac{C_2 \Phi I_a n}{975} . \qquad (8)$$

Hierbei ist: z Anzahl der Leiter auf dem Läufer, a Anzahl der Ankerzweige, p Polpaarzahl und Φ der Kraftfluß.

a) Normalbelastung.

Wie schon erwähnt, verstehen wir unter Normalbelastung denjenigen Belastungsfall, bei welchem wir dem Hauptstrommotor konstante Spannung aufdrücken, das heißt, die einmal eingestellte Aussteuerung bleibt für jeden beliebigen Strom unverändert. In Abb. 3 ist die Spannung E_0 bzw. die Magnetisierung Φ eines Hauptstrommotors in Funktion der Belastung aufgetragen. Die Klemmenspannung $E_{g m_0}$ bei einer Aussteuerung von $\alpha = 0°$ ergibt die durch n bezeichnete Drehzahllinie. Für eine Spannung $E'_{g m_1}$ bei einer Aussteuerung von $\cos\alpha = 0{,}5$ erhalten wir die Drehzahllinie n_1. Die beiden Drehzahlen sind nach Gl. (6) errechnet, während das für beide Spannungen gültige Drehmoment nach Gl. (7) bestimmt wurde. Die Geraden E und E_1 stellen die elektromotorischen Kräfte und die Differenz mit den Geraden $E'_{g m_0}$ und $E'_{g m_1}$ den ohmschen Spannungsabfall $I_{gm} R_g$ dar. Weiter ist noch die durch Gittersteuerung hervorgerufene Blindleistung N_B eingezeichnet. Beim Betrieb mit der Spannung $E'_{g m_0}$ also für eine Aussteuerung von 0° wird die Blindleistung

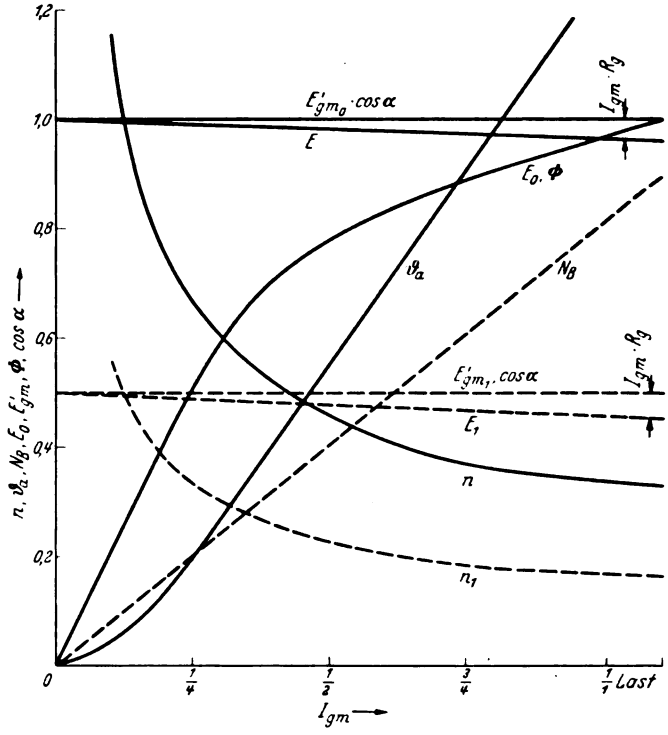


Abb. 3. Kennlinien eines Hauptstrommotors bei konstanter Klemmenspannung.

ebenfalls 0. Die Blindleistung nimmt mit wachsender Aussteuerung zu, während die Drehzahl proportional der verkleinerten Spannung bei ein und derselben Belastung sinkt.

Durch die Gittersteuerung ist es somit möglich, dem Hauptstrommotor bei ein und demselben Drehmoment beliebige Drehzahlen zu geben, das heißt die Drehzahl kann bis zu ihrem Wert 0 geregelt werden.

b) Regelung auf konstante Drehzahl.

Konstante Drehzahl bei veränderlicher Belastung bei einem Hauptstrommotor entspricht der Kennlinie eines Nebenschlußmotors. Nach Gl. (6) muß, um gleichbleibende Drehzahl bei veränderlicher Belastung zu erhalten, die Spannung E proportional dem sich ändernden Kraftfluß Φ eingestellt werden. Die Klemmenspannung des Motors setzt sich aus der Summe von EMK und ohmschem Spannungsabfall $I_{gm} R_g$ zusammen. In Abb. 4 sind die beiden Klemmenspannungen $E'_{g m}$ und $E'_{g m_1}$ für zwei Drehzahlen n und n_1 eingezeichnet, wobei $n_1 = n/2$ angenommen worden ist. Neben dem Drehmoment sind auch die nach Gl. (4) errechneten Blindleistungen N_B bzw. N_{B_1} aufgenommen. Die E'_{g_m}-Kurven stellen gleichzeitig die Kosinuskurven der Aussteuerung dar, wobei dem Wert $\cos\alpha = 1$

Digitized by Google

der Wert der ungeregelten Gleichspannung $E_{g_{m_0}}$ entspricht. Diese beiden Kurven geben außerdem den durch Gittersteuerung bedingten Leistungsfaktor cos α an. Durch die Gittersteuerung haben wir es also in der Hand, dem Hauptstrommotor bei beliebigen Drehmomenten konstante Drehzahl zu geben.

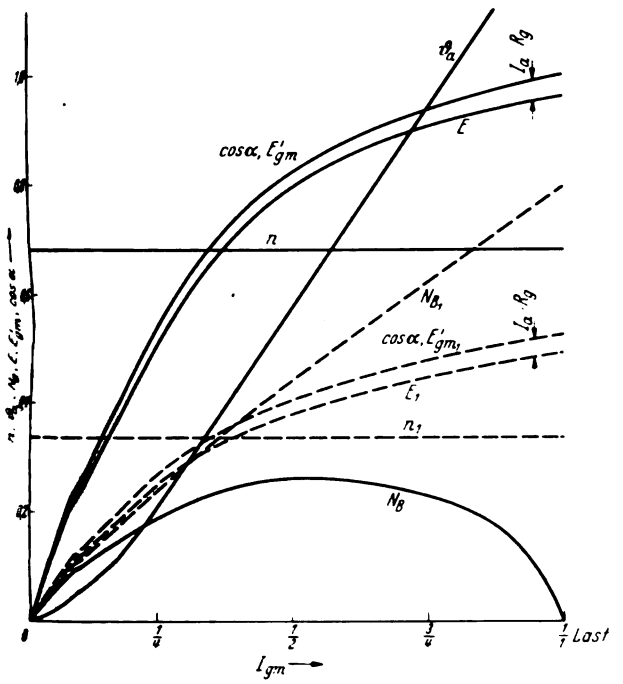


Abb. 4. Kennlinien eines Hauptstrommotors bei Regelung auf konstante Drehzahl $n_1 = n/2$.

c) Regelung auf konstantes Drehmoment.

Konstantes Drehmoment erfordert konstanten Strom und damit auch Unabhängigkeit des Kraftflusses Φ von der Drehzahl. Nach Gl. (5) bestimmen wir die EMK und finden durch Addition mit dem ohmschen Spannungsabfall für die betreffende Belastung die Klemmenspannung E'_{g_m}. In Abb. 5 sind für zwei konstante Drehmomente die Spannungen E'_{g_m} und $E'_{g_{m_1}}$ in Funktion der Drehzahl aufgezeichnet. Die E'_{g_m}-Kurve entspricht einem Drehmoment von $\vartheta_{a_{max}}$, während die $E'_{g_{m_1}}$-Kurve für ein Drehmoment $\vartheta_a = \frac{\vartheta_{a_{max}}}{2}$ aufgezeichnet ist. Aus den beiden Blindleistungskurven erkennt man, daß sich die Blindleistung bei größeren Drehmomenten günstiger gestaltet. Auch in dieser Abbildung kann an der Ordinate die geforderte Aussteuerung cos α sowie der Leistungsfaktor cos α abgelesen werden.

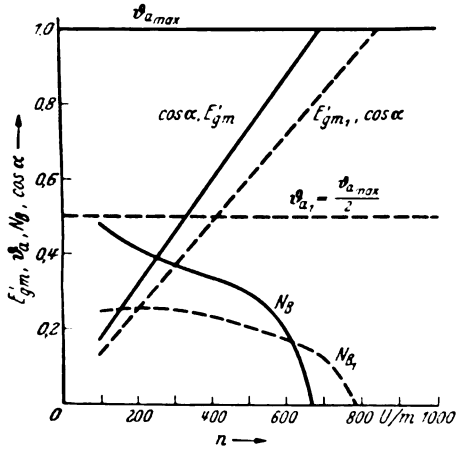


Abb. 5. Kennlinien eines Hauptstrommotors bei Regelung auf konstantes Drehmoment.

d) Regelung auf konstante Leistung.

Damit bei veränderlicher Belastung die Leistung konstant gehalten werden kann, ist nach Gl. (8) die Spannung E bzw. E'_{g_m} zu regeln. Damit ändert sich auch die Drehzahl n. In Abb. 6 sind zwei Kurven E'_{g_m} und $E'_{g_{m_1}}$ für zwei konstante Leistungen $N = 0{,}6 \cdot N_{max}$ und $N_1 = 0{,}25 \cdot N_{max}$ in Funktion des Belastungsstromes aufgetragen. Die beiden Kurven wurden wieder erhalten durch die Summe der Spannungen E und $I_{g_m} R_g$. An der Ordinate ist wiederum der Aussteuerwert cos α bzw. der Leistungsfaktor cos α abzulesen. Für beide obengenannten Wirkleistungen ist auch hier die Blindleistung eingezeichnet. Aus der Abbildung geht hervor, daß die Blindleistung mit fallender Wirkleistung wächst.

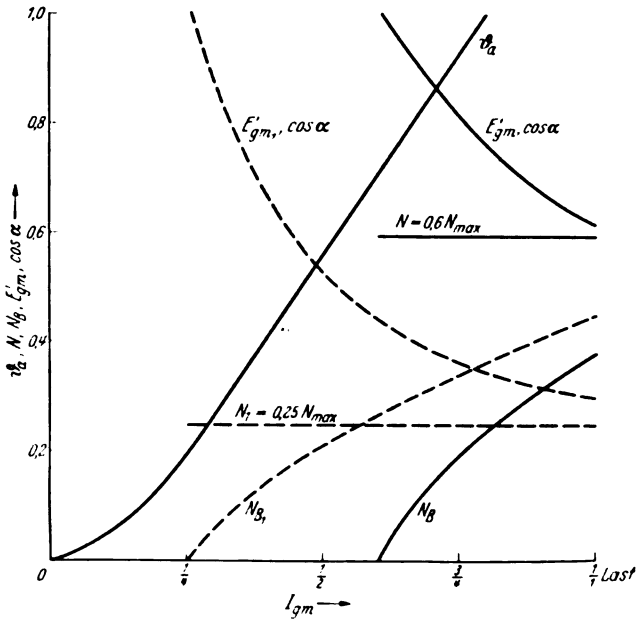


Abb. 6. Kennlinien eines Hauptstrommotors bei Regelung auf konstante Leistung.

Die Welligkeit des Gleichstromes.

Die obigen Untersuchungen beziehen sich alle auf eine unendlich große Induktivität im Gleichstromkreis, also auf vollständig geglätteten lückenlosen Gleichstrom ohne Welligkeit. In der Praxis liegen die Verhältnisse jedoch anders, das heißt die Induktivität im Gleichstromkreis weist einen endlichen Wert auf, so daß der Gleichstrom nicht vollständig geglättet, ja unter Umständen sogar lückenhaft verlaufen könnte. Im nachfolgenden betrachten wir die Welligkeiten des Gleichstromes etwas näher, wobei nur die Hauptstromwicklung des Motors als Glättungsdrosselspule dienen soll. Die Betrachtung soll sich nur auf kleine Welligkeiten beziehen.

Bekanntlich gehören die Berechnungen an magnetischen Kreisen zu den unzuverlässigsten Berechnungen in der Elektrotechnik, so daß auch hier die Bestimmung der Induktivität der Hauptstromwicklung keinen Anspruch auf große Genauigkeit erheben kann. Wir begnügen uns hier mit einer zeitlich konstanten mittleren Induktivität, deren Formel wir von der allgemeinen Wechselstromtechnik übernehmen:

$$L = w \frac{\Phi_w}{I_s} 10^{-8}.$$

In obiger Formel bedeuten w die Windungszahl, Φ_w den Kraftfluß und I_s den Scheitelwert des Stromes. Bei

Digitized by Google

Wechselstromdrosselspulen schwankt der Flußwert zwischen einem positiven und einem negativen Höchstwert, während er bei Drosselspulen mit Gleichstromvorsättigung sich zwischen zwei Werten mit demselben Vorzeichen bewegt. Obige Gleichung wenden wir für unser $2p$-poliges Magnetsystem an und finden:

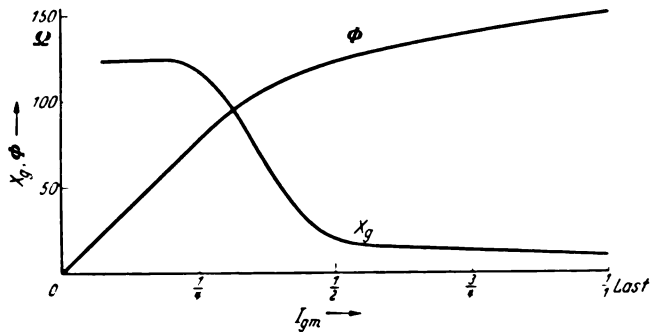


Abb. 7. Induktiver Widerstand einer Hauptstromwicklung in Abhängigkeit vom Belastungsstrom (50 Hz).

$$L = 2\,p\,w\,\frac{10^{-8}}{I_s}\,\Phi_w\,, \qquad (9)$$

worin Φ_w der bei einer bestimmten Gleichstromvorsättigung wirksame Kraftfluß, $I_s = I_{max} - I_{min}$ also die Differenz der höchsten und tiefsten Stromschwankung und w die Windungszahl je Pol darstellen. Der wirksame Kraftfluß kann aus der Magnetisierungskurve des Hauptstrommotors genommen werden, während der Strom I_s sich auf Grund der zugelassenen Welligkeit w_g bestimmen läßt. Letztere ist:

$$w_g = \frac{I_{g_m} - I_{g_{min}}}{I_{g_m}}\,.$$

In Abb. 7 ist der induktive Widerstand $X_g = \omega L$ in Funktion des Stromes bei einer Frequenz von 50 Hz und einer angenommenen Welligkeit von 0,05 für eine Hauptstromwicklung aufgezeichnet. In der Abbildung ist ebenfalls die Magnetisierungskurve enthalten, aus der der wirksame Kraftfluß bestimmt wurde. Der induktive Widerstand nimmt also mit steigender Belastung ab.

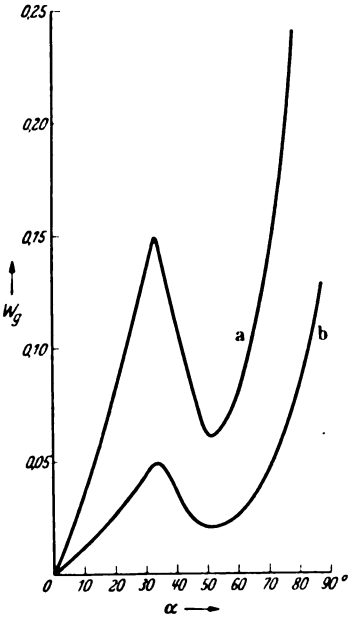


Abb. 8. Welligkeit des Gleichstromes bei $16^2/_3$- (a) bzw. 50 Hz-Betrieb (b) in Abhängigkeit von der Aussteuerung.

Die Welligkeit[2]) kann durch folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$w_g = \frac{I_{g_m} - I_{g_{min}}}{I_{g_m}} = \frac{E_{g_m} + E_0}{E_{g_m}} \left(1 - \frac{\pi}{p}\,\mathrm{ctg}\,\frac{\pi}{p}\right) \mathrm{tg}\,\alpha\,\frac{R_g}{X_g}\,.$$

E_0 stellt die Gegenspannung des Motors, p die Phasenzahl des Gleichrichters, R_g den Gleichstromwiderstand, X_g die Induktivität der Drosselspule bzw. Hauptstromwicklung dar. Die mittlere Gleichspannung E_{g_m} stellt die wirksame Spannung dar, die in unserem Fall, d. h. bei kleinen Welligkeiten, identisch ist mit dem ohmschen Spannungsabfall $I_{g_m} R_g$. Die beiden Spannungswerte E_{g_m} und E_0 bilden zusammen die dem Motor aufgedrückte Klemmenspannung E'_{g_m}. Wir können somit unter Verwendung von Gl. (2) schreiben:

$$\left.\begin{aligned} w_g &= \frac{E'_{g_m}}{E_{g_m}} \left(1 - \frac{\pi}{p}\,\mathrm{ctg}\,\frac{\pi}{p}\right) \mathrm{tg}\,\alpha\,\frac{R_g}{X_g} \\ &= \frac{E_{g_{m0}}}{I_{g_m} X_g} \left(1 - \frac{\pi}{p}\,\mathrm{ctg}\,\frac{\pi}{p}\right) \sin\alpha\,. \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

Obige Gleichung läßt erkennen, daß die Welligkeit nicht nur von der Phasenzahl des Gleichrichters und der Aussteuerung, sondern auch von der Größe des induktiven Widerstandes abhängt.

In Abb. 8 sind die Welligkeiten für einen Sechsphasengleichrichter ohne Drosselspule mit der Hauptstromwicklung zur Stromglättung für die Frequenzen $16^2/_3$ und 50 Hz als Funktion der Aussteuerung α aufgetragen.

Zusammenfassung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Regelung eines Hauptstrommotors durch einen gittergesteuerten Gleichrichter gute Betriebsverhältnisse ergibt. Der Leistungsfaktor jedoch, der durch die Aussteuerung bedingt wird, läßt besonders bei großen Aussteuerungen zu wünschen übrig, so daß es wünschenswert ist, möglichst mit hoher Klemmenspannung zu arbeiten. Weiter ist zu sagen, daß es durch Stufenschalter oder Zusatzanoden möglich ist, die Blindleistung zu verringern. Auf diese Maßnahmen soll jedoch hier nicht näher eingegangen werden. Die Welligkeit des Gleichstromes ist ebenfalls und insbesondere beim Betrieb mit 50 Hz sehr befriedigend, so daß es in der Praxis wohl in den meisten Fällen möglich sein wird, ohne Kathodendrosselspule zu arbeiten. Lückenhafter Gleichstrom ist nach Möglichkeit zu vermeiden, da dadurch unliebsame Drehzahlpendelungen hervorgerufen würden. Außerdem bringen die überlagerten Wechselströme zusätzliche Erwärmung des Motors mit sich.

Sehr kurze Zeiten der Funkenverzögerung.

537.523.4 : 537.564

R. R. Wilson hat sehr kurze Funkenverzögerungen im Bereich von $5 \cdot 10^{-9}$ s bis $115 \cdot 10^{-9}$ s gemessen[1]). An eine dauernd bestrahlte Funkenstrecke wird durch einen Vakuumschalter eine Überspannung gelegt. Derselbe Schalter verändert die Spannung einer Kerrzelle so, daß sie kein Licht durchläßt, während sie bei offenem Schalter die Beobachtung der Funkenstrecke gestattet. Die Zeit, die zwischen der Betätigung des Vakuumschalters und dem Ansprechen der Kerrzelle liegt, kann durch die Länge der Zuleitung verändert werden. Trifft der Spannungsstoß an der Kerrzelle ein, bevor die Spannung an der Funkenstrecke zusammenbricht so ist kein Funken zu beobachten. Die Überspannung wird dann stufenweise erhöht und die Zahl der Funken gezählt, die bei 100 Versuchen zu sehen sind. So ergibt sich für jeden Wert der Verzögerung und der Überspannung eine gewisse Funkenwahrscheinlichkeit. Die Versuche zeigen, daß bis zu 10^{-9} s herab keine untere Grenze der Funkenverzögerung besteht, wenn genügend hohe Überspannung angewendet wird. Veränderungen in der Beleuchtungsstärke zeigen, daß die Verzögerung aus zwei Teilen besteht. Der erste Teil ist statistischer Natur und bedeutet die Zeit, in der nach Anlegen der Überspannung in der Funkenstrecke ein Elektron durch die Belichtung entsteht. Der zweite Teil hat eine mehr oder weniger scharf begrenzte Dauer; er hängt von der Überspannung ab und bedeutet die Zeit, in der von einem Elektron ausgehend der Mechanismus sich aufbaut, der zum Zusammenbruch führt.

Br.

[2]) Arch. Elektrotechn. 17 (1933) S. 254.

[1]) R. R. Wilson, Phys. Rev. 50 (1036) S. 1082.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 333. 2. 017. 31 **Zahnpulsationsverluste.** — An einem Motor für 10 PS, 220 V, 60 Hz, 1200 U/min mit Kurzschlußkäfigläufer, dessen Ständer 72 Nuten und dessen Läufer 37 Nuten hat, wurden oszillographisch die an 14 Punkten des Käfigstabquerschnittes bei verschiedenen Betriebszuständen auftretenden Wirbelströme bestimmt. Die Stromwerte werden ermittelt aus den Spannungen, die in den längs des ganzen Stabes in entsprechende Einfräsungen eingelegten Prüfdrähten induziert werden. Die Messungen wurden durchgeführt bei Leerlauf, bei motorischem Betrieb, bei generatorischem Betrieb mit dem gleichen Schlupf wie bei motorischem Betrieb und bei motorischem Betrieb nach Abtrennung des Käfigstabes vom Kurzschlußring. Es zeigt sich, daß der Höchstwert der Wirbelströme in der dem Luftspalt zunächst liegenden Staboberfläche auftritt und nach den vom Luftspalt entfernteren Punkten des Stabquerschnittes zu schnell abnimmt. Die Betriebsart der Maschine ändert praktisch nicht die Größe dieses Höchstwertes, sondern bewirkt nur eine Verschiebung in der Weise, daß infolge der höheren Zahnsättigung des ablaufenden Zahnes bei motorischem bzw. des auflaufenden Zahnes bei generatorischem Betrieb der Höchstwert in der ablaufenden bzw. auflaufenden oberen Stabecke auftritt. Der Kontrolle dieser Erscheinung dient der Versuch bei motorischem Betrieb nach Abtrennung des Käfigstabes vom Kurzschlußring. Bezeichnet Δ_m den gemessenen Höchstwert der Wirbelstromdichte, so können die Pulsationsverluste je Längeneinheit ermittelt werden aus der Gleichung

$$\frac{V}{l} = \int_0^b \frac{0{,}113 \frac{1}{\lambda} \Delta_m^2}{0{,}5 \cdot 16 \cdot m} \, db,$$

wobei bedeuten:

V die Verluste in Watt,
l die wirksame Stablänge in Zoll,
b die Stabbreite in Zoll,
$\frac{1}{\lambda}$ die spez. Leitfähigkeit des Stabmaterials,

$$m = 2\pi \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{\mu f}{10 \cdot \frac{1}{\lambda}}},$$

μ die Permeabilität des Materials,
f die Pulsationsfrequenz.

Für den Versuchsmotor ergaben sich als Pulsationsverluste 27 W. [P. Narbutovskih, Electr. Engng. 56 (1937) S. 253.] *Klt.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

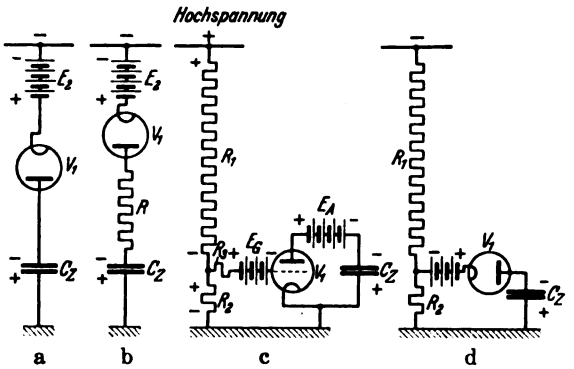
621. 319. 4. 08 **Der Zeittransformator als Meßgerät in der Hochspannungstechnik.** — Der Zeittransformator[1]) beruht bekanntlich darauf, daß während der zu messenden Zeit τ_1 ein Kondensator durch einen gleichbleibenden Strom i_1 aufgeladen und dann durch einen ebenfalls gleichbleibenden Strom i_2 in der Zeit τ_2 entladen wird. Da die auf den Kondensator aufgebrachte Ladung gleich der abfließenden Ladung ist, so wird

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{\tau_2}{\tau_1} = c.$$

Wählt man nun $i_1 \gg i_2$, so wird durch eine solche „Zeittransformation" die Dauer des einzelnen Entladeverzugs in einem festen „Übersetzungsverhältnis" auf den Wert $\tau_2 = c \cdot \tau_1$ vergrößert. Durch Verwendung einer Verstärkerschaltung und einer Relaisanordnung ist es möglich, diese Zeiten selbständig auf einem Schreiber aufzuzeichnen. Sein Hauptanwendungsgebiet hat der Zeittransformator inzwischen in der Hochspannungstechnik gefunden als einfacher Ersatz für den Kathodenstrahl-Oszillographen in all den Fällen, bei denen der Verlauf eines kurzzeitig auftretenden Spannungsstoßes einmal festgelegt oder von vornherein bekannt ist, und es allein noch darauf ankommt, seine Zeitdauer zu bestimmen.

[1]) M. Steenbeck u. R. Strigel, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 831 und Arch. techn. Messen V 142—2 Oktober 1933.

Wesentlich für die Verwendung des Zeittransformators ist die Art seines Anschlusses an Hochspannung. Am einfachsten erfolgt sie, wenn ein Glühventil V_1 unter Zwischenschaltung einer Gegenspannung E_2 unmittelbar an Hochspannung angeschlossen wird, wie dies Abb. 1a zeigt. C_Z ist der Kondensator des Zeittransformatorkreises. Bei dieser Anschlußart ist aber zu berücksichtigen, daß der Sättigungsstrom des Ventiles V_1 durch die zusätzliche Elektronenemission des Glühfadens unter Einwirkung der an diesem eingreifenden hohen Feldstärke erhöht sein kann. Diese Sättigungsstromvergrößerung ist in den meisten Fällen nicht zu vernachlässigen. Sie kann u. U. ein Vielfaches des normalen Sättigungsstromes betragen und muß durch den Versuch ermittelt werden. Abb. 1b



C_Z Speicherkondensator des Zeittransformatorkreises
E_A Anodenbatterie
E_G Gitterbatterie
E_2 Gegenspannung
R, R_1, R_2 u. R_3 Widerstände
V_1 Glühventil

Abb. 1. Anschlußschaltungen für den Zeittransformatorkreis.

zeigt eine Schaltung, bei der diese Sättigungsstromvergrößerung dadurch vermieden wird, daß zwischen die Anode des Ventils V_1 und den Speicherkondensator C_Z ein induktionsfreier Widerstand R geschaltet wird, dessen Widerstandswert so abgeglichen wird, daß über dem Ventil V_1 nur einige hundert Volt abfallen. Beide bisher erwähnten Schaltungen haben aber den Nachteil, daß die Heizung für Ventil V_1 und die Gegenspannung E_2 auf Hochspannung anzuordnen ist. Diesen Nachteil vermeiden die Schaltungen der Abb. 1c und 1d. Das Ventil V_1 liegt dabei parallel zu einem kleinen Widerstand R_2, dem ein großer Widerstand R_1 vorgeschaltet ist. In Abb. 1c ist Ventil V_1 gittergesteuert; während des Stoßvorganges wird das Gitterpotential durch den am Widerstand R_2 auftretenden Spannungsabfall soweit positiv, daß Ventil V_1 Sättigungsstrom durchläßt. Dies bedingt aber, daß im Gitterkreis ein Widerstand R_3 liegen muß, um zu verhindern, daß ein Teil des Sättigungsstromes über das Gitter abfließt. Der erforderliche Widerstand R_3 wird damit zu mindestens 10^4 bis $10^5\ \Omega$, und damit erhält man Zeitkonstanten für den Gitterkreis von 10^{-7} bis 10^{-6} s. Diese Art der Anschlußschaltung ist also nur brauchbar, wenn die zu messende Zeit größer als 10^{-6} bis 10^{-5} s ist. In der Anordnung der Abb. 1d kann dagegen die Zeitkonstante, mit der die Kathode des Ventiles V_1 Spannung annimmt, durch geeignete Wahl von R_1 und R_2 leicht auf 10^{-8} s und darunter gedrückt werden, da ja in diesem Falle kein Zwischenwiderstand R_3 notwendig ist.

In einem letzten Abschnitt der Arbeit werden dann noch die Möglichkeiten der Auslösung des zu messenden Vorganges besprochen, die grundsätzlich vom Zeittransformator her erfolgen müssen, und zwar in einem Zeitpunkt, in dem der Zeittransformator versuchsbereit ist. [R. Strigel, Z. Instrumentenkde. 57 (1937) S. 65.] *eb.*

621. 317. 6. 025 **Gerät zur Messung von Vektoren und Ortskurven der Wechselstromtechnik.** — Das Meßgerät ähnelt in seinem Aufbau einem bei einer deutschen Firma gebauten Koordinatenschreiber[1]). Es besteht aus zwei ferrodynamischen Wattmetermeßwerken, deren Achsen senkrecht zueinander stehen (Abb. 2). Das Meßwerk *1* mit waagerechter Achse wird als Wirkleistungsmesser, das andere mit senkrechter Achse *2* als Blindleistungsmesser geschaltet. Zur Erzeugung der

[1]) Arch. techn. Messen I 036—3.

Digitized by Google

90° Phasenverschiebung zwischen dem Strom in der Drehspule *6* und der Netzspannung wurde die Kunstschaltung von Hummel benutzt. Die Achsen beider Meßwerke tragen je ein Spiegelchen *7* und *8*, die das Lichtbündel der Lampe *9* reflektieren und auf die Bildfläche *10* werfen. Beim Ausschlag des Wirkleistungsmessers *1* verschiebt sich die Lichtmarke auf der Schreibfläche *10* in senkrechter, beim Ausschlag des Blindleistungsmessers *2* in waagerechter Richtung. Die Ordinate des Lichtpunktes auf der Schreibfläche stellt die gemessene Wirkleistung N_w, die Abszisse die Blindleistung N_b dar, so daß die

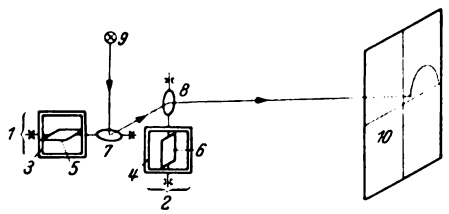


Abb. 2. Anordnung zur Messung von Vektoren und Ortskurven der Wechselstromtechnik.

Lage des Lichtpunktes die komplexe Scheinleistung $\mathfrak{N} = N_w + j\,N_b$ angibt. Bei gleichbleibender Spannung (gleichbleibendem Strom) ist die Scheinleistung dem Strom (der Spannung) verhältnisgleich. Mit dem Meßgerät kann man somit bei unveränderlicher Spannung (Strom) Vektoren und Ortskurven des Stromes (der Spannung) oder den Scheinleitwert (den Scheinwiderstand) aufzeichnen. Zahlreiche Aufnahmen von Vektorbildern und Ortskurven an Kettenleitern, Induktionsmaschinen usw. zeigen, daß das Meßgerät für Forschung und Lehre gleich nützlich ist. [M. Krondl, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 26.] *Rsk.*

Leitungen.

621. 315. 62. 011. 5 **Charakteristische Werte (insbesondere Verlustwinkel und Kapazität) von Kettenisolatoren.** — Von einer bereits vor 12 Jahren in Deutschland erschienenen ähnlichen Arbeit[1]), in welcher der Verlustwinkel, der Verlustwiderstand und die Kapazität fertig montierter Porzellanisolatoren in Abhängigkeit von Temperatur, Frequenz, Spannungshöhe und Zeitdauer der Einwirkung untersucht worden waren, unterscheidet sich ein neuerer Aufsatz von C. L. Dawes und Reuben Reiter u. a. dadurch, daß außerdem noch der Einfluß der Luftfeuchtigkeit mit berücksichtigt wurde. Dieser erwies sich als außerordentlich groß, wobei sich deutlich Hysteresisschleifen nachweisen ließen, indem der Verlustwinkel bei ansteigender und absteigender Spannung stark abweichende Werte zeigte (sicher ist dies auf die schon früher in Deutschland wiederholt festgestellte Abhängigkeit des Oberflächenwiderstandes von der Höhe der angelegten Spannung zurückzuführen. D. Ber.) Weiter wurde der Einfluß des Glimmens untersucht, der in Verbindung mit mikroskopischen Niederschlägen salpetriger Säure zur Bildung einer äußerst dünnen, aber schwer entfernbaren Filmhaut führt. (So interessant die an einzelnen Gliedern von Porzellan- und Glasisolatoren der in den V. S. Amerika üblichen Form angestellten Versuche sind, so lassen sie doch keinerlei Rückschlüsse auf das spätere Verhalten der Isolatoren im Betrieb zu, da die untersuchten Eigenschaften fast ausschließlich von der Oberflächenbeschaffenheit des Isolators abhängen, nicht aber auch durch seinen inneren Aufbau bedingt sind. Der Ber.) [C. L. Dawes u. Reuben Reiter, Electr. Engng. 56 (1937) S. 59.] *W. W.*

621. 315. 14. 027. 7. 004. 12 (44) **Die 220 kV-Leitung Kembs-Creney im Betrieb.** — Die Arbeit will die seither erschienenen Berichte über den Aufbau der Leitung[2]) sowie über das Kraftwerk Kembs (Oberrhein)[3]) und die bei Troyes gelegene Station Creney[4]) durch die Schilderung des Betriebes ergänzen. Zunächst wird hervorgehoben, daß diese Leitung eine der wichtigsten des 220 kV-Netzes ist, welches die Kraftwerke Ost- und Südostfrankreichs mit dem Versorgungsgebiet von Paris verbindet, und daß in Creney neben weiteren 220 kV-Leitungen[5]) auch Netze geringerer Spannungen (150, 70 und 30 kV) angeschlossen sind.

Zur Darstellung der Betriebsbedingungen wird ein Kreisdiagramm verwendet, welchem folgende Leitungskonstanten zugrunde liegen: Widerstand 28 Ω, Induktivität 0,38 H und Kapazität 2,3 µF; diese Daten gelten je Phase und sind durch Rechnung bestimmt. Die in Creney beteiligten Unternehmer haben nun vereinbart, daß die Sammelschienenspannung dieser Station mit 223 kV konstant gehalten wird und daß die weitergeleitete Energie blindleistungsfrei abgenommen werden soll. Abweichend von der üblichen Regelung wird die Spannung in Kembs je nach der Größe der Wirklast veränderlich gestaltet, wobei im Leerlauf als untere Grenze 213,5 kV und bei Vollast (90 000 kW) als obere Grenze 234 kV vorgesehen ist; der letztere Wert ist durch die Isolation der Anlage bedingt. Für den Betrieb der Leitung wird dann im Diagramm ein Kreis angenommen; derselbe bestimmt die Spannung in Kembs, die Blindleistungen in Kembs und in Creney und den Wirkungsgrad, und zwar jeweils in Abhängigkeit von der in Creney zu messenden Wirkleistung. Der Betrieb günstigsten Wirkungsgrades wird bei ausschließlicher Betrachtung der Leitung durch eine Gerade im Diagramm bestimmt. Unter Einschluß der übrigen an der Übertragung beteiligten Anlagen, soll demgegenüber der angenommene Kreis geringe Gesamtverluste verursachen; außerdem ergeben sich hierbei günstige Verhältnisse für die Kompensationseinrichtung in Creney, ohne daß dadurch in Kembs eine entsprechende Schlechterstellung eintritt. Im Leerlauf wird der Leitung in Creney keine Blindleistung zugeführt, während bei Vollast lediglich 8500 kVA aufzubringen sind. Die Leitungsverluste schwanken hierbei zwischen 245 und 4500 kW. Da für den angenommenen Betriebsplan beim Leerlauf der Leitung in Kembs eine induktive Blindleistung von 34 000 kVA zu erzeugen ist, wird hier eine dreiphasige Induktivität mit 15 000 kVA Blindleistung an die Maschinenspannung gelegt. Damit wird erreicht, daß die Leitung bei kleinen Belastungen bzw. im Leerlauf mit nur einem Generatorensatz in Betrieb gehalten bzw. genommen werden kann. Zur Einhaltung des angenommenen Betriebsplanes und zur Sicherung der Stabilität bei schnellen Laständerungen erfolgt die Regelung der Spannungen an beiden Enden der Leitung selbsttätig durch die Steuerung der Erregung der Synchron-Phasenschieber bzw. Generatoren. [Rev. gén. Electr. 41 (1937) S. 85.] *Khl.*

621. 315. 22 : 620. 19 **Schutz von Kabeln gegen Korrosion.** — Gegen die besonders schädlichen Phenole kommt Tränkung mit Teererzeugnissen und Anthracenöl in Frage, die über 285° bei der Destillation zurückbleiben. Untersucht wurden Bleirohre mit Mänteln aus getränktem Papier und Jute und aus vulkanisiertem Gummi im sauren und alkalischen Bad ohne und mit Gleichspannung, 4 V. Bei gummilosen Mänteln tritt unter Spannung in Säure Korrosion auf, in Alkali auch ohne Spannung. Bei Gummihüllen wurde keine Korrosion festgestellt. Es werden ferner die Versuche von Beck mit Eisenrohren und Mänteln aus Kautschuk, Kunstharz, getränkten Faserstoffen, Paraffin, Neobit, Denso usw. unter Spannung beschrieben sowie die Prüfung auf Haltbarkeit bei Vibrationen und niederer Temperatur. Schutzverfahren sind folgende: Chemisch formierte Schwefelschicht und Gemisch aus Teer und Schwefel schützt gegen Korrosion ohne Elektrolyse. Umgeben des Metallmantels mit einem korrosionsbeständigen, mit Graphit leitend gemachten Mantel („protezione elettronica"), verhindert die Korrosion durch Elektrolyse. Der Aufbau von Mehrfach-Telephonkabeln mit Bleimänteln, getränkten Zwischenlagen und vulkanisiertem Gummi und die Ausführungen der Kabel in verschiedenen Ländern werden beschrieben. England: Schutz mit Pernax (Gummi-Wachs). Deutschland: Plastische Masse Denso, unmittelbar in Erde, nicht ganz sicher bei Gegenwart von Wasser, günstig bei Erschütterung und tiefer Temperatur. Frankreich: Teererzeugnisse, auch plastische Massen. Den letzten Teil bildet die Beschreibung der Rohrsysteme. Deutschland: Undurchlässig gemachter Beton mit elastischen Verbindungsmuffen nach Bürmeister. Schweiz: Eiserne Kanäle aus 2 Schalen bestehend. Statt des Kabels korrodiert der leicht zu erneuernde Eisenkanal. Frankreich: „Monolithisches System"; in Zementrinnen werden Gummischläuche gelegt, aufgeblasen und mit Beton bedeckt. Die Schläuche werden dann mit einem Seil herausgezogen. Unter Umständen Asphaltieren der Rohrwandungen oder Abstandstücke um die Kabel. Italien: System Stipel: getränkte Holzkästen mit Bitumen gefüllt und einem eingelegten Sieb, das die mit Abstandstücken versehenen Kabel umgibt und zentriert, darauf Backsteindecke. System Sirti: Kabel liegen auf Stützen in Holzkästen, die mit Teer und Sand gefüllt sind, darauf eine Steindecke, um das Ganze ein Zementmantel. Rollensystem: ein Zementgang, der alle 70 bis 100 cm Porzellanrollen enthält, auf denen die Kabel liegen; in Kurven senkrechte Rollen, Abschluß mit Steindecke. Das Verfahren bietet gute Isolation, die Kabel sind leicht einzuziehen und auszuwechseln. Eindringendes Wasser sammelt sich am Boden und wird durch geeignete Neigung abgeführt. (E. Soleri, Energia Elettr. 13 (1936) S. 250. *Be.*

[1]) K. Draeger, ETZ 46 (1925) S. 683.
[2]) Rev. gén. Electr. 36 (1934) S. 657.
[3]) Rev. gén. Electr. 33 (1933) S. 517 u. 556.
[4]) D. Denis, Rev. gén. Electr. 40 (1936) S. 307.
[5]) M. Laborde u. H. Josse, Rev. gén. Electr. 39 (1936) S. 827 u. 863.

Digitized by Google

Elektrowärme.

621. 367 : 621. 791. 001. 5 **Die Bedeutung des Stauchdruckes beim Abbrennschweißen.** — Der Widerstandsschweißung nach dem Abbrennverfahren hat man in neuerer Zeit durch die Steigerung der schweißbaren Querschnitte auf 20 000 und 25 000 mm² starke Beachtung geschenkt. Für die Festigkeit der Verbindungen ist der Stauchdruck eine der wichtigsten Größen. Er hat die Aufgabe, alle unerwünschten Bestandteile zwischen den Stoßflächen, also Gasblasen, Schlakkeneinschlüsse, überhitzte Metallteile u. dgl., zu beseitigen und den gesunden Werkstoff, Kristall für Kristall, ineinanderwachsen zu lassen. Biegeschwingungs- und Dauerschlagversuche an handelsüblichem Stahl beweisen die mit dem Stauchdruck zunehmende Festigkeit. Sie erklärt sich zwanglos aus der steigenden Nahtreinheit. Etwa 3 bis 4 kg/mm² Stauchdruck sind notwendig, um die bestmögliche Festigkeit zu erreichen. Für die Bemessung des Stauchdruckes müssen aber auch der Wärmezustand der Schweißenden, die elektrische Abbrennenergie sowie die Größe und Form des Schweißquerschnittes in Rechnung gestellt werden. So bestimmt der Wärmezustand die Härte des Stauchstoßes, die Verformung der Schweißenden und daher die tatsächliche Flächenpressung. Die Abbrennenergie hat mittelbaren Einfluß auf den Wärmezustand der Schweißenden, und unmittelbaren Einfluß auf die Erzeugung der Schlacken, Gase und Poren zwischen den Stoßflächen. Schließlich sind Form und Größe der Querschnitte maßgebend für die Wärmeverluste und Schlackenwege. Die Zusammenhänge mögen verwickelt erscheinen, sie sind im Grunde genommen leicht zu verstehen und auch durch Versuche einfach zu erfassen.

Kräftige Einspannvorrichtungen sind erste Voraussetzung für die Sicherheit der Verbindungen. Die Vorrichtungen sollen sich dem Schweißgut nach Möglichkeit so anpassen, daß ein Rutschen allein schon durch die Formgebung verhindert wird. Für größere Maschinen mit elektromotorischer, pneumatischer oder hydraulischer Einspannung empfiehlt sich die Überwachung der Einspannkräfte durch Anzeigeinstrumente. Ganz besonders wird dies aber für den Stauchdruck selbst verlangt, und zwar nicht nur für Maschinen für halb- und vollselbsttätigen Betrieb, sondern auch für handbetätigte Maschinen. Letztere reichen bis etwa 4000 mm² Schweißquerschnitt aus. Darüber hinaus muß man zu motorischer Stauchung greifen. Der Vorteil solcher Maschinen liegt in den genau einstellbaren Stauchdrücken. Maschinen, die neben dem Stauchen auch das Vorwärmen und Abbrennen selbsttätig besorgen, bieten die zusätzliche Gewähr, daß die Schweißenden vor dem Stauchen regelmäßig im gleichen Wärmezustand sind. Dementsprechend ist dann auch eine stets gleiche Wirkung des eingestellten Stauchdruckes zu erwarten, wodurch die Festigkeit der Verbindungen in jeder Beziehung sichergestellt wird. [H. Kilger, Siemens-Z. 17 (1937) S. 8.] *Vb.*

Verkehrstechnik.

621. 331. 001. 2 (436) **Weitere Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.** — Nachdem die Frage der Fortführung der elektrisierten Strecken über Salzburg hinaus nach Wien jahrelang umkämpft[1]) und u. a. durch Schaffung neuer Dampf-Schnellzugslokomotiven s. Z. in den Hintergrund gedrängt worden war, hat nunmehr die österreichische Bundesregierung grundsätzlich beschlossen, den elektrischen Zugbetrieb auf dieser Strecke einzuführen. Sie stellt den Bundesbahnen zunächst die Mittel für die Elektrisierung der Strecke Salzburg—Linz und für gewisse bauliche Vorarbeiten auf dieser Strecke, wie z. B. die Bahnhofumbauten in Linz und Wels, zur Verfügung. Diese Strecke ist zweigleisig, hat eine Betriebslänge von 125 km und wird bis Attnang—Puchheim (70 km) noch im Herbst des laufenden Jahres in Angriff genommen werden. Für die Stromlieferung der ganzen Strecke Salzburg—Wien wurde ein einheitlicher Versorgungsplan aufgestellt, nach welchem die Bahnkraftwerke westlich von Salzburg mit dem innerösterreichischen Drehstromverbundsystem über eine Einphasen-Sammelschiene zusammengeschlossen werden[2]). Die Fahrleitung wird im wesentlichen nach der auf Grund langjähriger Erfahrungen entwickelten Einheitsbauweise der Österreichischen Bundesbahnen[3]) ausgeführt werden. Tragseil und Fahrdraht werden in Abständen von 700 bis 1500 m an beiden Enden durch Gewichte selbstätig nachgespannt. Zwischen den einzelnen Unterwerks-Speisebereichen sind lange Streckentrenner vorgesehen, die auch von den Stromabnehmern mehrerer gekuppelter Triebfahrzeuge nicht überbrückt werden können. Die längs der Strecke verlaufenden Bahnfernmeldeleitungen werden verkabelt, die Bundesfernmeldeleitungen vorwiegend vom Bahnkörper entfernt. Für die Personen- und Güterzüge werden zunächst 20 Lokomotiven der Achsfolge B'o B'o mit 20 t Achsdruck und 4 Motoren von zusammen 2000 PS Stundenleistung bei 80 km/h beschafft. Für den Schnellzugdienst sollen dann auch noch 9 Lokomotiven mit 120 km/h und 4000 PS Stundenleistung und für den Verschubdienst 4 Lokomotiven der Achsfolge D mit einem großen Motor im Gestell gebaut werden. [E. Kaan, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 97.] *e*

[1]) Vgl. ETZ 54 (1933) S. 625.
[2]) Vgl. ETZ 54 (1933) S. 504.
[3]) ETZ 45 (1924) S. 1400; 48 (1927) S. 1213 u. 54 (1933) S. 1080.

Fernmeldetechnik.

621. 317. 332. 029. 63 **Über die Anwendbarkeit der Doppelleitung als Meßinstrument im Bereich der Dezimeterwellen.** — Das Lechersystem zur Messung von Scheinwiderständen bei sehr hohen Frequenzen zu benutzen, geht bis auf P. Drude zurück. Im allgemeinen wurde die Doppelleitung mit dem unbekannten Widerstand abgeschlossen, die Phase des Widerstandes aus der Länge des Lechersystems und der Betrag aus der Dämpfung berechnet. In neuerer Zeit wurde bei Wellenlängen von mehreren Metern festgestellt, daß die gleichmäßige Verteilung von Bäuchen und Knoten einer endlichen Leitung im allgemeinen zum Ende hin gestört ist. Ebenfalls wurde eine vom Ende ausgehende Strahlung beobachtet und erkannt, daß der jeweilige Strahlungswiderstand zu dem zu messenden Widerstand hinzukommt und das Meßergebnis fälscht. In der vorliegenden Arbeit wurde daraufhin im Bereich der Dezimeterwellen der Versuch unternommen, das Ende der Leitung mit einem möglichst vollkommenen Reflektor abzuschließen und den Meßwiderstand an eine bestimmte Stelle inmitten der Leitung zu verlegen. Als günstigster Punkt wurde hierfür ein Spannungsbauch gewählt, so daß also der Meßwiderstand dem an dieser Stelle unendlich großen Widerstand der Leitung parallelgeschaltet wird. Ein Verfahren zur genauen Ermittlung des Spannungsbauches wird in der Arbeit beschrieben. Ferner wird eine neue Meßweise angegeben, die auch eine genaue Messung bei sehr kleinem Wirkwiderstand bzw. -leitwert gestattet. Die praktisch erzielten Meßergebnisse waren bei reinen Blindwiderständen ausreichend und befriedigend, jedoch traten bei der Messung komplexer Widerstände noch erhebliche Fehler auf, die ausführlich erörtert werden und wohl hauptsächlich, wie die Meßergebnisse vermuten lassen, in der Störung des Feldes der Leitung durch den Meßwiderstand ihre Ursache haben. Die Benutzung eines in der Bremsfeldschaltung arbeitenden Rohres zur Erzeugung der Dezimeterwellen stellte sich für die Messungen als hinderlich und nachteilig heraus. [W. Hempel, Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 33.] *eb.*

621. 398 : 621. 331. (73) **Fernbedienungs- und Meßanlagen der Pennsylvaniabahn.** — Der Verfasser gibt einen Überblick über die Entwicklung der Elektrisierung der Pennsylvania-Eisenbahn New York—Washington und über die abschnittweise Einführung von Fernbedienungs- und Fernmeßanlagen. Die erste elektrisierte Strecke Philadelphia—Paoli wurde 1915 mit drei Unterstationen in Betrieb genommen. Die Steuerung erfolgt dabei örtlich auf Grund der telephonischen Anweisung des Lastverteilers in West-Philadelphia. Der erste Teilabschnitt der Strecke New York—Washington wurde 1928 dem elektrischen Betrieb übergeben, und zwar die Verbindung Philadelphia—Wilmington. Bei der im gleichen Jahre erfolgten Inbetriebnahme des Abzweiges nach West Chester wurde zugleich die erste Fernsteueranlage dieser Bahn in Betrieb genommen, und zwar für vier Unterstationen nach dem Vier-Draht-„Synchronous-visual"-Verfahren. Wegen der auftretenden induktiven Störungen wurde die Anlage bereits 1930 wieder ausgebaut und durch das Zwei-Draht-„Visicode"-Verfahren ersetzt.

Bei der Inbetriebnahme der Teilstrecke Philadelphia—Trenton im Jahre 1930 mit 6 Unterstationen und 2 Befehlsbezirken erfolgt der Einbau der Fernsteuerung für die Unterstation Zoo. Da es sich hier um eine kurze Verbindungsleitung handelt und keine Induktion auftrat, wurde zunächst auch das „Synchronous-Visual"-Verfahren benutzt. Später bei der Vergrößerung der Station und Verlegung der Steuerstelle, mußte die Anlage durch das Polaricode-System ersetzt werden, damit die Steuerung der etwa 100 Einheiten umfassenden Station möglichst schnell ausgeführt werden kann. Bei der Fertigstellung der Elektrisierung der Strecke Philadelphia—New York mit 12 Unterstationen und 3 Befehlsbezirken im Jahre 1933, wurde eine dritte Fernsteuerung notwendig, und zwar in New York für die Station Hackensack nach dem Visicode-Verfahren.

Digitized by Google

Ende 1935, als die ganze Strecke New York—Washington elektrisiert war, sind 40 Umspannstationen, 8 Schaltstationen und 7 Speisepunkte in Betrieb, deren zentraler Lastverteiler in Philadelphia sitzt. Gleichzeitig werden 6 Umspannstationen des Abschnittes Baltimore und der Station Baltimore selbst zu einer Fernsteueranlage für die Befehlsstelle Baltimore zusammengefaßt, wobei das „Code-Selector"-Verfahren Anwendung findet. Später folgen dann noch drei weitere Fernsteueranlagen für die Station Glenolden (von Philadelphia, Polaricode) und zwei weitere Stationen im Abschnitt New York (Code Selector). Die Summierung der ausgeführten Fernsteueranlagen für die Pennsylvaniabahn gibt folgendes Bild: 7 Steuerstellen, 15 Unterstationen, 145 km Streckenlänge, 435 Gesteuerte Schalter und 65 Überwachungen. [J. V. B. Duer, Electr. Engng. 55 (1936) S. 70.] *Hng.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 211 **Nachprüfung des Coulombschen Gesetzes.** — Das Coulombsche Gesetz über die Kraft zwischen zwei Ladungen ist bereits von Maxwell einer genauen Prüfung unterzogen worden. Eine Folgerung aus dem Gesetz ist bekanntlich, daß im Innern eines geladenen Leiters überall das gleiche Potential und die Ladungsdichte Null herrscht. Diese Folgerung prüfte Maxwell, indem er die innere Belegung eines Kugelkondensators mit der äußeren verband, die äußere Belegung hoch auflud, die Verbindung mit der inneren Belegung löste, die äußere Belegung erdete und nun die Ladung der inneren Belegung untersuchte. Maxwell fand so, daß der Exponent des Coulombschen Gesetzes sich um weniger als 1/21 600 von 2 unterschied. Dieses Verfahren nehmen S. J. Plimpton und W. E. Lawton mit den jetzt vorhandenen empfindlichen Elektrometern wieder auf. Ein Resonanzelektrometer wird in die Kugeln gestellt, mit beiden Belegungen verbunden, und die äußere Belegung mit einer Wechselspannung von 2 Hz aufgeladen. Die Empfindlichkeit des Elektrometers betrug 10^{-6} V; bei einer äußeren Spannung von 3000 V war kein Ausschlag zu beobachten. Daraus folgt, daß der Unterschied des Exponenten von 2 kleiner als $2 \cdot 10^{-9}$ ist. [S. J. Plimpton und W. E. Lawton, Phys. Rev. 50 (1936) S. 1066]. *ue.*

Hochspannungstechnik.

621. 317. 728. 015. 33 + 621. 315. 62. 015. 33 **Stoßüberschläge an Funkenstrecken und Isolatoren bei sehr kurzen Überschlagzeiten.** — Bei unmittelbaren Blitzeinschlägen in Freileitungen sind nahe der Einschlagstelle Spannungsanstiege von 1000 kV/µs und mehr nicht selten. Für

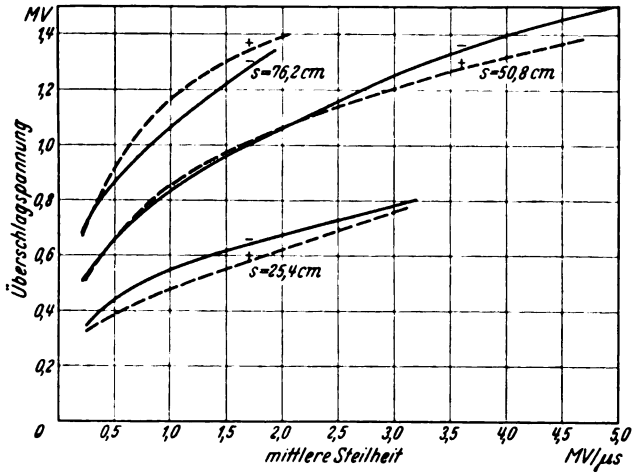
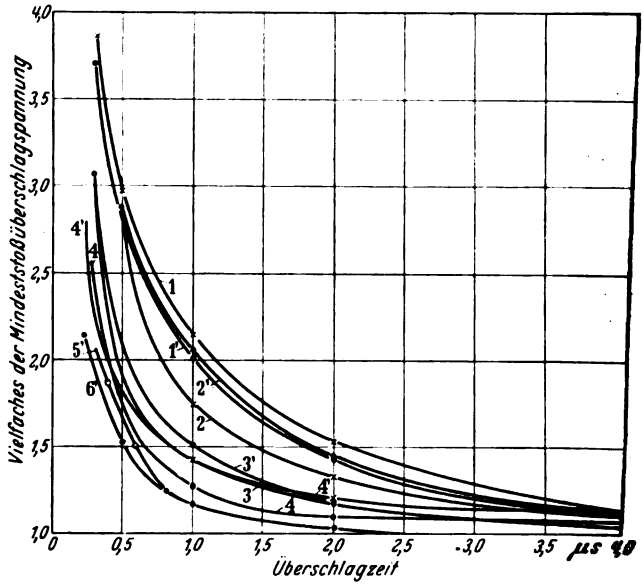


Abb. 3. Stoßüberschlagspannung von Stabfunkenstrecken abhängig von der mittleren Steilheit der Wellenstirn für verschiedene Schlagweiten *s*.

die Wahl einer zweckmäßigen Isolationsabstufung ist daher die Kenntnis des Überschlagverhaltens von Funkenstrecken und Isolatoren bei Beanspruchung mit sehr steilen Spannungsstößen und kürzesten Überschlagzeiten erforderlich. Der Streubereich der mit dem Kathodenstrahloszillographen aufgenommenen Stoßüberschlagspannungen beträgt für Überschlagzeiten größer als 0,4 µs etwa bis zu 10%, für kürzere Überschlagzeiten bis zu 15 bis 20%. Bei Aufnahme mehrerer Überschläge unter sonst gleichen Bedingungen des Stoßkreises läßt sich die Meßgenauigkeit wesentlich erhöhen. Ein abgeschirmter Widerstands-Spannungsteiler zur Messung von Stoßüberschlagspannungen mit sehr kurzen Überschlagzeiten wird beschrieben und der Einfluß der Kenngrößen des Stoßkreises beim Überschlag auf der Wellenstirn erörtert. Als mittlere Steilheit der Wellenstirn wird das Verhältnis der wirklichen Überschlagspannung zu der Zeit vom Beginn[1]) des Spannungsstoßes bis zum Überschlag (Überschlagzeit) bezeichnet. In Abb. 3 sind positive und negative Stoßüberschlagspannungen von Spitzen-(Stab-)-funken-



Kurve Nr. positiv	Kurve Nr. negativ	Prüfling
1	1'	Stabfunkenstrecke, Mittelwerte für s = 254 u. s = 508 mm
2	2'	Durchführung
3	3'	Hängekette, Mittelwerte für 1, 2 und 3 Glieder, Kappenisolatoren 146 mm Baulänge, 254 mm Teller-Drm.
4'	4	Stützer 368 mm Schlagweite, 430 mm Drm.
—	5'	Kugel 500 mm Drm., 343 mm Schlagweite
—	6'	Preßspanlagen mit Ölkanälen, Mittelwerte für s=12,7 und s = 25,4 mm

Abb. 4. Spannungsüberschuß für verschiedene Funkenstrecken und Isolatoren, abhängig von der Überschlagzeit bei 1,5|40 µs-Stoßspannung.

strecken für verschiedene Schlagweiten abhängig von der mittleren Steilheit der Wellenstirn aufgetragen. Zum Vergleich des Überschlagverhaltens verschiedener Funkenstrecken und Isolatoren bei kürzesten Überschlagzeiten, wird vorgeschlagen, die zum Überschlag erforderliche Spannung als Vielfaches der Mindest-Stoßüberschlagspannung abhängig von der Überschlagzeit darzustellen. Diese relativen Stoßkennlinien sind für einige Anordnungen bei Anwendung der positiven und negativen 1,5|40 µs-Spannungswelle in Abb. 4 aufgetragen. (Anm. des Ber.: Bei einem Vergleich des Überschlagverhaltens verschiedener Anordnungen dürfte es ratsam sein, den relativen Spannungsüberschuß abhängig von der Überschlagzeit für gleiche Schlagweite der einzelnen Funkenstrecken aufzutragen.) Der zum Überschlag bei kurzen Beanspruchungszeiten erforderliche Spannungsüberschuß nimmt, je ungleichmäßiger die Feldverteilung ist, im allgemeinen in folgender Reihenfolge zu: Preßspanisolation unter Öl, Kugelfunkenstrecke, Hängeketten, Stützer, Durchführungen, Spitzenfunkenstrecke. Der Verlauf der relativen Stoßkennlinie ändert sich bei Hängeketten nur wenig abhängig von der Gliedzahl, wogegen bei Stützersäulen mit wachsender Gliedzahl und bei Spitzenfunkenstrecken[2]) mit zunehmender Schlagweite eine längere Zeit oder für gleiche Überschlagzeit ein größerer Spannungsüberschuß zum Überschlag erforderlich ist. Der Polaritätseinfluß (d. h. der Unterschied zwischen negativer und positiver Stoßüberschlagspannung) ist bekanntlich bei Stützeranordnungen am stärksten ausgeprägt. Der Verfasser regt die Ausführung möglichst vieler Überschlagversuche an Isolatoren und Funkenstrecken mit sehr steilen Spannungsstößen an. [J. H. Hagenguth, Electr. Engng. 56 (1937) S. 67.] *Jt.*

[1]) Schnittpunkt der den 10%- und 90%-Überschlagswert verbindenden Geraden mit der Zeitachse.
[2]) Wenigstens für positive Polarität.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

„Deutsche Technik."

Von der NSDAP Hauptamt für Technik und Reichswaltung des NSBDT geht uns folgendes Rundschreiben Nr. 25/37 vom 18. 6. 1937 zu, das wir unseren Mitgliedern hierdurch mit der Bitte um besondere Beachtung zur Kenntnis bringen:

„Im Zusammenhang mit der Neuordnung der Technik erkläre ich hiermit die technopolitische Zeitschrift „Deutsche Technik" zum amtlichen Organ des Hauptamtes für Technik und des NS-Bundes Deutscher Technik. Es gilt, von dieser hohen Warte einer guten Zeitschrift aus die großen ungelösten Probleme der deutschen Technik maßgeblich zu klären und für ein Verständnis unserer Arbeit in breitesten Kreisen zu werben.

Die „Deutsche Technik" soll auch fernerhin nur monatlich erscheinen und nur im Einzelbezug bestellt werden. Ich erwarte aber von den technisch-wissenschaftlichen Vereinen, daß sie durch entsprechende Maßnahmen mindestens 10% ihrer Mitglieder als Bezieher werben. Um diese Werbung kurzfristigst durchzuführen, erwarte ich darüber hinaus, daß zunächst die technisch-wissenschaftlichen Vereine selbst eine entsprechende Auflage in Auftrag geben und dann durch ihre Gauvereine für eine raschmöglichste Namhaftmachung der Einzelbezieher Sorge tragen.

Heil Hitler!
gez. Dr. Todt"

Wir hoffen, daß recht viele unserer Mitglieder dieser Anregung folgen, die Zeitschrift „Deutsche Technik" zu beziehen und sich hierdurch mit den Problemen vertraut machen, die das Hauptamt für Technik und die Reichswaltung des NSBDT in ihrem amtlichen Organ der technischen Öffentlichkeit unterbreiten.

Die Monatsschrift „Deutsche Technik", die seit ihrem Bestehen von der Geschäftstelle des VDE regelmäßig gelesen wird, können wir unseren Mitgliedern auf das wärmste empfehlen, zumal die in ihr angeschnittenen technischen und technopolitischen Probleme unter großen Gesichtspunkten behandelt werden und durch ihre Vielseitigkeit jedem Ingenieur Interessantes bieten. Die einzelnen Hefte sind umfangreich, und der Bezugspreis von 3 RM vierteljährlich ist demgegenüber niedrig. Wir stellen unseren Mitgliedern Probehefte gern kostenlos zur Verfügung.

Anforderungen von Probeheften und Abonnementsbestellungen sind unter Benutzung der diesem Heft beiliegenden Bestellkarte nur unmittelbar an die Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus, zu richten.

DAF-Abkommen.

Vor kurzem sandten wir unseren Mitgliedern die für die Zeit vom 1. 7. 1937 bis 31. 12. 1937 gültige Mitgliedskarte zum NSBDT und die Anrechnungskarte für die DAF zu. Derartige Ausweise erhalten unsere Mitglieder in Zukunft alle halbe Jahre.

Wir machen darauf aufmerksam, daß die nächsten für das 1. Halbjahr 1938 gültigen Karten nur dann rechtzeitig in den Besitz unserer Mitglieder gelangen können, wenn der Beitrag für das 2. Halbjahr 1937 jetzt umgehend bei unseren Bezirken eingezahlt wird.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Drähte und Kabel.

Der Ausschuß für Drähte und Kabel hatte in ETZ 58 (1937) S. 545 Neufassungen der Tafeln IXa und IXb von VDE 0250 U veröffentlicht; hierzu ist folgendes zu berichtigen:

In Tafel IXa, Spalten 3 und 7, sowie in Tafel IXb, Spalte 3, ist an Stelle der dort aufgeführten Stromstufe 50 A für die Nennstromstärke der Schmelzsicherung 60 A einzusetzen.

In Tafel IXa, Spalten 3, 5 und 7, sowie in Tafel IXb, Spalten 3 und 5 ist an Stelle der dort aufgeführten Stromstufe 400 A für die Nennstromstärke der Schmelzsicherung 430 A einzusetzen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. — An der T. H. Berlin ist Herr Dr.-Ing. W. Willing VDE vom Führer und Reichskanzler zum beamteten a. o. Professor für das Lehrgebiet Elektrizitätswirtschaft ernannt worden. Mit der Schaffung dieses Lehrstuhles ist ein alter Wunsch der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung und der Fakultät für Maschinenwesen erfüllt. Prof. Willing war nach Abschluß seines Studiums an der T. H. Berlin und kurzer Industrietätigkeit Sachbearbeiter für Fragen der Energiewirtschaft in der Reichsleitung der NSDAP. Am 1. 4. 1935 wurde er Oberingenieur der T. H. Berlin, wo er mit einer Schrift über Haushaltungsstromversorgung promovierte. Prof. Willing ist Inhaber des goldenen Parteiabzeichens und Gauamtsleiter des NSD-Dozentenbundes Gau Berlin. Besondere Anerkennung hat seine langjährige Arbeit als Leiter der Dozentenschaft der T. H. Berlin gefunden, die er seit Oktober 1933 führt.

Auszeichnungen. — Aus Anlaß der 400-Jahr-Feier der Universität Lausanne wurde Herrn Prof. J. Landry, Lausanne, von der E. T. H. Zürich der Titel eines Doktors der techn. Wissenschaften h. c. verliehen in Anerkennung seiner Verdienste um die Nutzbarmachung der schweizerischen Wasserkräfte und seines Wirkens als Lehrer der Elektrotechnik an der Universität Lausanne. Herrn Prof. Dr. W. Wyssling verlieh aus dem gleichen Anlaß die Ecole d'Ingénieurs de l'Université in Lausanne den Titel docteur ès sc. techn. h. c. in Würdigung seiner Verdienste um die Wissenschaft und um die Elektrizitätswirtschaft der Schweiz.

5. bis 8. August 1937 • VDE-Mitgliederversammlung • Königsberg/Pr.

Digitized by Google

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Sind Hochleistungsprüffelder überflüssig?

Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn Erwin Marx in der ETZ 57 (1936) S. 583.

621. 314. 66. 022. 001. 4

In Heft 21 der ETZ vom 21. 5. 1936, S. 583 veröffentlichte Erwin Marx eine Ersatzschaltung für die Prüfung von Hochleistungsventilen und Hochleistungsschaltern. Dieses Prüfverfahren besteht im wesentlichen darin, daß der den Lichtbogen speisende Strom und die wiederkehrende Spannung zwei getrennten Stromquellen entnommen werden. Für den Hauptstromkreis stellt Marx die Bedingung auf, daß seine treibende Spannung höchstens 50 bis 100% höher gewählt werden soll als die größte Lichtbogenspannung. Die wiederkehrende Spannung wird durch einen besonderen Stoßkreis erzeugt, dessen Konstanten so zu wählen sind, daß der zeitliche Spannungsverlauf möglichst mit dem in Wirklichkeit auftretenden übereinstimmt. Der Verfasser vertritt nun die Ansicht, daß man mit Hilfe einer derartigen Ersatzschaltung eine einwandfreie Prüfung von Hochleistungsschaltern durchführen könne und daß diese Anordnung wesentlich billiger sei als ein Hochleistungsprüffeld, welches für die volle Kurzschlußleistung bemessen ist.

Seit Erscheinen des Aufsatzes von Marx sind wir von den verschiedensten Seiten um unsere Ansicht bezüglich einer derartigen Ersatzschaltung gefragt worden. Unsere bisherigen Überlegungen und Versuche weisen darauf hin, daß die Marx'sche Schaltung wohl für gewisse Untersuchungen mehr physikalischer Art an einphasigen Starkstromlichtbögen geeignet ist, hingegen dürfte ihre Übertragung auf die Prüfung von Hochleistungsschaltern kaum durchführbar sein. Da wir uns damit in Gegensatz zu der Anschauung von Marx setzen, halten wir es für zweckmäßig, unsere Gedankengänge ebenfalls zu veröffentlichen, um eine Klarstellung der Angelegenheit zu ermöglichen.

Stromverlauf. — Für den Hauptstromkreis, der die Aufgabe hat, den Lichtbogen während seiner Brennperiode zu speisen, stellt Marx folgende Bedingungen auf:

> „Wenn Scheitelwert und zeitlicher Verlauf des Stromes dieser Hauptstromquelle gleich den entsprechenden Werten des bei der praktischen Höchstbeanspruchung auftretenden Stromes sind und wenn die Spannung der Hauptstromquelle mindestens gleich dem im praktischen Betrieb auftretenden Höchstwert der Lichtbogenspannung ist (infolge der zusätzlichen Spannungsabfälle in der Prüfschaltung wird man die Spannung der Hauptstromquelle besser 50 bis 100% höher wählen, als der Höchstwert der Lichtbogenspannung beträgt), dann erzeugt die Hauptstromquelle genau die gleichen Beanspruchungen und Nachwirkungen der Lichtbogenstrecke wie der praktische Betrieb."

Dazu ist zunächst zu sagen, daß es physikalisch unmöglich ist, den gleichen Verlauf des Stromes bei verschiedenem Verhältnis zwischen treibender Spannung und Lichtbogenspannung zu erzielen. Bei den üblichen Schalterkonstruktionen ist bei Abschaltungen im praktischen Betrieb oder im Hochleistungsprüffeld die Lichtbogenspannung im allgemeinen klein gegenüber der treibenden Spannung. Trotzdem hat auch in diesen Stromkreisen die Lichtbogenspannung schon einen nachweisbaren Einfluß auf den Stromverlauf. Marx nimmt an, daß die Lichtbogenspannung unabhängig von der treibenden Spannung ist, was in gewissen Grenzen zutrifft. Dann erkennt man aber ohne weiteres, daß der Stromverlauf, wenn die treibende Spannung in die Größe der Lichtbogenspannung kommt, sehr stark verzerrt werden muß. Dies zeigt anschaulich eine kurze Rechnung, bei der vorausgesetzt ist, daß die treibende Spannung $u = U_m \cdot \cos \omega t$ sinusförmig, die Lichtbogenspannung U_B rechteckförmig verläuft, und zwar in Phase mit dem Strom. Man findet dann für den Strom einer Halbwelle folgende Beziehung:

$$i = \frac{U_m}{\omega L} \left\{ \sin \omega t - \frac{U_B}{U_m} \left[\omega (t - t^*) - \frac{\pi}{2} \right] \right\}. \qquad (1)$$

Gleichung (1) ist jeweils für 1 HW. gültig, und zwar in dem Zeitabschnitt $t^* < t < t^* + \frac{\pi}{\omega}$, wobei die Zeit t^* den zeitlichen Abstand zwischen dem Maximum der treibenden Spannung und dem Stromnulldurchgang darstellt. Die Größe von t^* ist durch nachstehende Gleichung gegeben:

$$\sin \omega t^* = -\frac{U_B}{U_m} \cdot \frac{\pi}{2}. \qquad (2)$$

Aus Gleichung (2) erkennt man unmittelbar, daß bei verschwindend kleiner Lichtbogenspannung relativ zur treibenden Spannung die Zeit $t^* = 0$ wird, d. h. zwischen treibender Spannung und Strom besteht eine Phasenverschiebung von 90°. Mit zunehmender Lichtbogenspannung nimmt die Phasenverschiebung ab. Der Strom kommt mehr und mehr in Phase mit der Spannung.

Verkleinert man schrittweise die treibende Spannung, wobei auch die im Stromkreis liegende Induktivität proportional verringert wird, so ergibt sich außer der Änderung der Phasenlage auch eine immer stärkere Verzerrung der Stromkurve. Um eine bessere Vergleichsmöglichkeit zu haben, ist in Abb. 1 die Stromphase festgehalten worden und gemäß

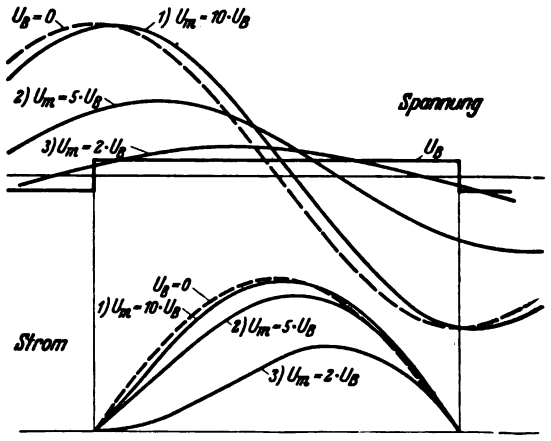


Abb. 1.

Gl. (2) die treibende Spannung relativ dazu verschoben worden. Für den Grenzfall $U_B = 0$ (gestrichelte Kurve) sind auch hier Spannung und Strom um 90° verschoben. Der Strom verläuft genau sinusförmig. Nimmt man an, wie Marx als obersten Grenzfall vorschlägt, daß der Scheitelwert der treibenden Spannung U_m gleich $2 \cdot U_B$ ist, so ergibt sich ein Stromverlauf, der mit einer Sinuskurve nur noch sehr geringe Verwandtschaft hat. Man könnte zwar durch weitere Verringerung von L den Scheitelwert des Stromes wiederum so groß machen, wie er sich bei dem Stromkreis ohne Lichtbogenspannung U_B ergibt. Dann wäre aber der Strom unmittelbar vor Kontakttrennung, welcher nach den Vorschriften zur Bestimmung des Abschaltvermögens herangezogen wird, im gleichen Verhältnis größer und würde somit eine höhere Beanspruchung des Schalters vortäuschen. Man kann diese Schwierigkeit nicht dadurch umgehen, daß man für die Ersatzschaltung eine abgeänderte Vorschrift erläßt, wonach der Strom während der Brenndauer gemessen werden muß; denn auch bei den Schaltvorgängen in Hochleistungsprüffeldern kommen solche Verkleinerungen der Stromhalbwelle vor, und es läßt sich bei der Ersatzschaltung nicht entscheiden, ob die Verkleinerung des Stromes natürlich oder durch die zu kleine treibende Spannung hervorgerufen ist.

Schließlich weicht auch die Kurvenform des bei zu kleiner treibender Spannung entstehenden Stromes so stark von der Sinusform ab, daß es vollständig unklar ist, ob man den Scheitelwert des Stromes, seinen Effektivwert, welcher sehr schwer aus dem Oszillogramm zu ermitteln wäre, oder den algebraischen Mittelwert, welcher für die Schaltarbeit ausschlaggebend ist, zugrunde legen soll.

Es zeigt sich also, daß der Stromverlauf bei der Ersatzschaltung, wenn nach Marx $U_m \leqq 2\ U_B$, stark von dem normalen Stromverlauf abweicht.

Lichtbogenspannung. — Bei neuzeitlichen Hochleistungsschaltern (Preßgas-, Expansions- und Ölströmungsschalter) ist der Lichtbogengradient praktisch unabhängig vom Augenblickswert des Stromes, da bei diesen Schaltertypen Volumenkühlung auftritt[1]). Bei diesen Schaltern ist der Höchstwert der Lichtbogenspannung im allgemeinen nur wenig größer als die Lichtbogenspannung zur Zeit des Strommaximums, und zwar nur entsprechend der während dieser Zeit aufgetretenen Lichtbogenverlängerung. Würde man bei einem derartigen

[1]) Vgl. F. Kesselring, ETZ 55 (1934) S. 92, Abb. 13b.

Digitized by Google

Schalter die treibende Spannung bis auf den Höchstwert der Lichtbogenspannung herabsetzen, was nach Marx die untere zulässige Grenze darstellt, so würde die Lösung der Formel (1) imaginär werden ($U_m \leqq 1{,}57 \cdot U_B$). Schon vorher wird jedoch praktisch die Grenze erreicht, sobald $U_m = 1{,}86 \cdot U_B$ wird; dann ist die Tangente an die Stromkurve zu Beginn der Halbwelle gleich Null; dies bedeutet, daß die Lichtbogenspannung nicht mehr in der als konstant vorausgesetzten Höhe aufrecht erhalten werden kann. Der Stromkreis stellt sich dann von selbst auf kleinere Lichtbogenspannung ein, d. h. der Lichtbogen verkümmert. Die Grenze wird noch weiter nach oben verschoben durch die Tatsache, daß besonders bei Flüssigkeitsschaltern kurz vor dem Stromnulldurchgang eine Löschspitze auftritt, die sehr oft in die Größenordnung der treibenden Spannung und darüber kommt [vgl. z. B. v. Borries u. Kaufmann, Z. VDI 79 (1935) S. 597, Abb. 5, 7 u. 14]. Diese Löschspitze kann sich bei Versuchen mit kleiner treibender Spannung nicht mehr ausbilden und verändert somit auch das Bild der Lichtbogenspannung wesentlich. Wir sehen also, daß weder der Verlauf des Stromes noch der Verlauf der Lichtbogenspannung unabhängig von der treibenden Spannung ist.

Bei sehr großen Spannungen, z. B. bei Schaltern für 100 000 V, liegen die Verhältnisse für die Ersatzschaltung von Marx etwas günstiger, da die Lichtbogenspannung im allgemeinen nicht proportional mit der treibenden Spannung anwächst. Würde man bei solchen Prüfungen die treibende Spannung etwa gleich der 4- bis 5-fachen maximalen Lichtbogenspannung machen, so würden sich Verzerrungen von Strom und Lichtbogenspannung ergeben, die im allgemeinen noch innerhalb der zulässigen Grenzen liegen dürften. Man würde dann mit einer Hauptstromquelle auskommen, welche etwa die halbe bis ein Drittel der sonst erforderlichen Leistung abgeben müßte. Nach unseren Feststellungen kann man im Mittel annehmen, daß zwischen Höchstwert der Lichtbogenspannung im Sinne von Marx und verketteter Nennspannung U_N des Schalters folgende Beziehung besteht:

$$U_B \approx 0{,}04\ U_N.$$

Ferner wäre nach obengenannter Bedingung zu wählen:

$$\frac{U_P}{\sqrt{3}} = 5\ U_B.$$

Aus den beiden Formeln folgt unmittelbar $U_P = 0{,}34\ U_N$. Infolge des Lichtbogenwiderstandes muß die Leistung der Maschine noch um etwa 20% erhöht werden, so daß dann die Leistung des Hauptstromkreises 41% des entsprechenden Hochleistungsprüffeldes betragen muß. Bei kleinerer Lichtbogenspannung nimmt die erforderliche Leistung des Hauptstromkreises entsprechend ab. Jedoch muß ein Hochleistungsprüffeld in der Lage sein, Schalter kleiner und größerer Lichtbogenspannung zu untersuchen.

Im Nachstehenden soll nun an Hand einiger Versuche gezeigt werden, daß die obigen Rechnungen grundsätzlich richtig sind. Die Versuche wurden aus Gründen, die im nächsten Abschnitt erläutert werden, mit einem Preßgasschalter Reihe 10 für 200 MVA Abschaltleistung durchgeführt. Abb. 2 zeigt vier Oszillogramme von Abschaltungen eines Stromes von 4500 bis 5000 A bei verschiedenen treibenden Spannungen. Bei dem Oszillogramm 2a betrug die treibende Spannung 7,5 kV. Die Unterbrechung erfolgte nach 1 HW. Die Eigenfrequenz des Stromkreises betrug 15 000 Hz. Der Strom verläuft noch annähernd sinusförmig; bei genauer Betrachtung erkennt man jedoch schon einen geringen Knick der Stromkurve im Stromnulldurchgang. Die Lichtbogenspannung zur Zeit des Strommaximums hat einen Wert von etwa 250 V. Der Höchstwert der Lichtbogenspannung wird kurz vor dem Stromnulldurchgang erreicht und beträgt etwa 800 V. Die Löschspitze, soweit sie von dem Schleifenoszillographen aufgenommen werden kann, erreicht eine Spannung von 1450 V.

Aus den Ausführungen von Marx geht nicht hervor, welchen Wert der veränderlichen Lichtbogenspannung er seinen Betrachtungen zugrunde legt. Würde er die Löschspitze meinen, so würde seine Prüfanordnung keinen wirtschaftlichen Vorteil mehr bieten, da er dann die treibende Spannung in vielen Fällen gleich der Betriebsspannung machen müßte, wie dies in Hochleistungsprüffeldern allgemein üblich ist. Er kann also nur den Höchstwert der Lichtbogenspannung während der Brennperiode meinen. Dementsprechend könnte man den oben genannten Schalter mit einer treibenden Spannung von 1,5 . 800 V = 1200 V prüfen. Eine solche Abschaltung mit 1500 V treibender Spannung zeigt Abb. 2b. Der Strom ist bereits stark verzerrt. Sein Scheitelwert ist um 20% kleiner als der vor der Kontakttrennung fließende Strom. Die höchste Lichtbogenspannung ist noch die gleiche wie bei Versuch a, jedoch bildet sich eine Löschspitze kaum mehr aus.

Um den Einfluß der Lichtbogenspannung auf die Ausbildung des Stromes genau untersuchen zu können, wurden bei dem gleichen Schalter zunächst zwei und dann alle drei Unterbrechungsstellen in Reihe geschaltet, wobei die treibende Spannung und alle übrigen Konstanten des Stromkreises unverändert blieben. Man erkennt (vgl. Abb. 2c), daß bei zwei

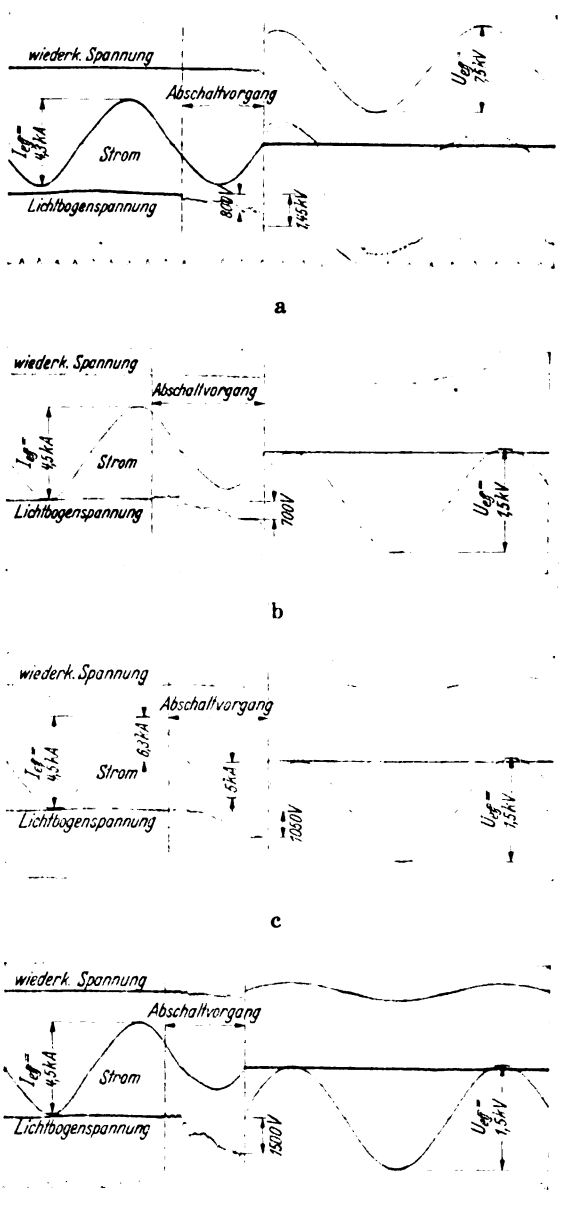


Abb. 2.

in Reihe liegenden Unterbrechungsstellen die maximale Lichtbogenspannung von 700 auf 1050 V angestiegen ist. Der Strom hat sich weiter verringert. Noch deutlicher erkennt man dies aus Abb. 2d, wobei alle drei Unterbrechungsstellen in Reihe lagen. Der Strom erreicht jetzt nur noch die halbe Scheitelhöhe. Trotzdem ist die maximale Lichtbogenspannung erst ungefähr gleich der treibenden Spannung. Man erkennt also, daß diese von Marx auch noch als zulässig angegebene Grenze zu vollständig falschen Ergebnissen führen muß.

Abb. 3a zeigt, daß bei zu weitgehender Verringerung der treibenden Spannung auch die Lichtbogenspannung abnimmt, da dem Lichtbogen nicht genügend Leistung zur Verfügung steht. Bei einer Unterbrechungsstelle betrug die treibende Effektivspannung 500 V. Die maximale Lichtbogenspannung erreicht jetzt auch nur einen Wert von 500 V im Gegensatz zu 700 V bei Versuch 2b. Interessant ist, daß sich jede Spitze in der Lichtbogenspannung bereits im Strom abbildet (vgl. Knick

Digitized by Google

der Stromkurve während des Maximums). Erfolgt bei so kleiner treibender Spannung die Kontakttrennung zufällig kurz vor dem Stromnulldurchgang, so erlischt der Lichtbogen sofort wieder, vgl. z. B. Abb. 3b. Der Schalter arbeitet praktisch lichtbogenfrei, was bei voller treibender Spannung natürlich unmöglich wäre.

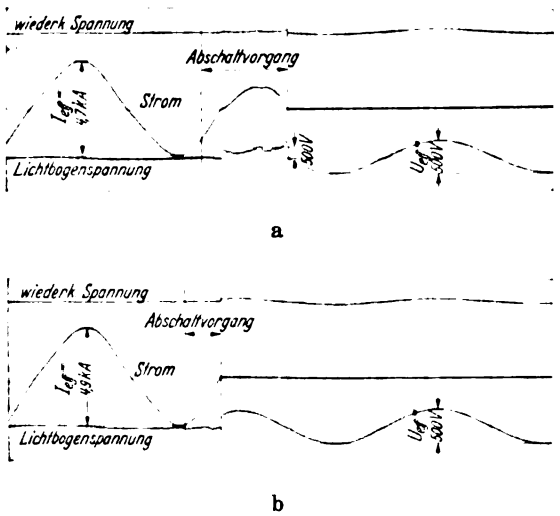


Abb. 3.

Lichtbogendauer. — Die vorigen Oszillogramme wurden an einem Schalter aufgenommen, bei dem die Lichtbogendauer in weiten Grenzen unabhängig von der treibenden Spannung etwa 1 HW. beträgt. Wollte man entsprechende Versuche mit anderen Schaltertypen, beispielsweise mit einen Flüssigkeitsschalter, durchführen, so stellt man fest, daß dies unmöglich ist. Bei Schaltern mit leitender Schaltflüssigkeit, wie sie z. B. heute als Expansionsschalter in weitaus größter Zahl Verwendung finden, kommt ein Lichtbogen bei Spannungen unter 2000 bis 3000 V nicht zustande, wenn der Strom durch die als Elektrolyt wirkende Schaltflüssigkeit übertragen wird. Man muß also mit der treibenden Spannung sicher über dieser Grenze bleiben. Auch bei größeren Spannungen machen Vergleichsversuche erheblich mehr Schwierigkeiten, da Lichtbogendauer und Lichtbogenlänge von der treibenden Spannung abhängig sind und mit ihr zurückgehen. Damit wird die ganze Beanspruchung des Schalters kleiner. Wollte man diesem Umstand bei der Ersatzschaltung Rechnung tragen, so müßte man, wie auch von Marx angedeutet wurde, den Hauptstrom zunächst durch eine Hilfszündung so häufig wiederzünden, bis die richtige Lichtbogenlänge bzw. Lichtbogendauer erreicht ist. Diese ist aber zunächst gar nicht bekannt; denn es ist ja eine der wesentlichsten Aufgaben von Hochleistungsprüffeldern, die Lichtbogenlänge bzw. -dauer eines Schalters festzustellen. Auch dürfte es mit dem Verfahren von Marx bei einem dreipoligen Schalter kaum möglich sein, in allen drei Phasen bei den, wie wir gesehen haben, stark streuenden Stromnulldurchgängen durch Hilfszündungen den Lichtbogen zu verlängern. Dazu sind jedenfalls umständliche Einrichtungen erforderlich, die von Marx bei seinen bisherigen Betrachtungen noch gar nicht in Rechnung gestellt wurden.

Energieumsetzung im Bogen. — Aus den bisherigen Darlegungen erkennt man, daß bei wirtschaftlicher Auslegung der Marxschen Anordnung sowohl der Strom als auch der Verlauf der Lichtbogenspannung und insbesondere die Ausbildung der Löschspitze abweichen von dem Verlauf, wie er im praktischen Betrieb bzw. in einem Hochleistungsprüffeld auftritt. Nun ist aber die Energieumsetzung im Bogen in der Zeit bis zum Stromnulldurchgang wesentlich für den Lichtbogendurchmesser, die Temperatur und den Ionisationsgrad der Säule beim Stromnulldurchgang. Man kann daher nicht erwarten, daß ein Bogen, der in der Marxschen Ersatzschaltung gebrannt hat, mit den gleichen Anfangsbedingungen seine Entionisierung beginnt wie ein Bogen, der von einem großen Generator gespeist wurde. Man kann deshalb auch keine eindeutigen Schlußfolgerungen über den Wettlauf zwischen wiederkehrender Festigkeit und wiederkehrender Spannung machen[1]).

Einschalten auf Kurzschluß. — Neben der Ausschaltprüfung spielt bekanntlich bei der Untersuchung von Hochleistungsschaltern auch der Einschaltvorgang, und zwar bei voller treibender Spannung eine wesentliche Rolle. Die Vorschriften verlangen z. B., daß bei der Prüfung von Hochleistungsschaltern ein Zyklus durchgeführt wird, bei dem zwei Einschaltungen des Kurzschlußstromes bei voller Spannung, u. U. mit unmittelbar darauf folgender Ausschaltung durchgeführt werden müssen. Diese Schaltart erscheint mit dem Verfahren von Marx überhaupt undurchführbar, da es sich in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle um Drehstromschalter handelt und die Prüfungen nur eines Pols im allgemeinen keinen eindeutigen Schluß auf das Verhalten bei dreipoliger Ein- und Ausschaltung zulassen.

Zusammenfassung. — Unsere Untersuchungen führen zu dem Ergebnis, daß bei der Ersatzschaltung nach Marx im allgemeinen der Strom, die Lichtbogenspannung und die Löschspitze in ihrem zeitlichen Verlauf von den im praktischen Betrieb bzw. bei Abschaltungen im Hochleistungsprüffeld auftretenden Verhältnissen abweichen. Da diese Größen aber unmittelbaren Einfluß auf den Zustand der Restsäule ausüben, ist auch nicht zu erwarten, daß der auf Grund der Marxschen Schaltung bestimmte Verlauf der wiederkehrenden Festigkeit mit den in der Praxis auftretenden Werten übereinstimmt. Eine Bestimmung der Lichtbogenlänge in Abhängigkeit vom abzuschaltenden Strom bei dreipoligen Schaltern sowie die Durchführung von Einschaltversuchen auf Kurzschluß bei voller treibender Spannung sind kaum möglich. Die Marxsche Ersatzschaltung kann wohl dazu dienen, die Vorgänge in Hochleistungsschaltern zu studieren, sie kann aber u. E. keineswegs als vollwertiger Ersatz für ein Hochleistungsprüffeld angesehen werden. Will man die geschilderten Nachteile vermeiden, so werden die erforderlichen Maschinensätze so groß und die Schaltungen insbesondere bei dreiphasigen Versuchen so verwickelt, daß dann die wirtschaftlichen Vorteile zum größten Teil entfallen.

Berlin, 13. 4. 1937.

F. Kesselring VDE und W. Kaufmann VDE

Stellungnahme zur Zuschrift der Herren Kesselring und Kaufmann.

Die Ausführungen von F. Kesselring und W. Kaufmann geben mir eine willkommene Gelegenheit, ausführlicher zur Frage der Brauchbarkeit der von mir angegebenen Ersatzprüfschaltung Stellung zu nehmen. Auch mir sind, ebenso wie den SSW, seit Erscheinen meines Aufsatzes von vielen Seiten Anfragen über diese Schaltung zugegangen. Die Wichtigkeit dieser Fragen wird dadurch bewiesen.

Vorweggenommen sei, daß ich mich den geäußerten Bedenken nicht anschließen kann, sondern, daß ich die angegebene Ersatzprüfschaltung nach wie vor als ein einwandfreies Mittel zur Prüfung und Untersuchung von Lichtbogenlöscheinrichtungen ansehe. Wie auch inzwischen durchgeführte zahlreiche Versuche gezeigt haben, ist die Schaltung vorzüglich geeignet, rasch und eindeutig Ergebnisse zu erzielen.

Es ist selbstverständlich, daß eine Prüfung die Verhältnisse im praktischen Betrieb im allgemeinen nur mit gewisser Annäherung treffen kann. Auch die Beanspruchungen der Prüflinge in Hochleistungs-Prüffeldern entsprechen nicht genau den schärfsten Netzbeanspruchungen. Wenn zwischen Prüfbeanspruchung und Beanspruchung im praktischen Betrieb wesentliche Unterschiede bestehen, so muß natürlich genau nachgeforscht werden, inwieweit diese Verschiedenheiten zu einer falschen Beurteilung der Anordnung führen können.

Ich wende mich nun zu den einzelnen von Kesselring und Kaufmann angeführten Punkten; ich werde dabei nur das Wesentlichste besprechen[1]).

Stromverlauf. Gegen die Berechnung der Stromstärke bei verschieden hoher treibender Spannung und die in Abb. 1 der Entgegnung dargestellten Kurven habe ich nichts einzuwenden. Die aus der Rechnung und den Kurven gezogenen Schlußfolgerungen treffen jedoch nicht zu. In meinem Aufsatz habe ich die Forderung aufgestellt, daß die Spannung der Stromquelle 50 bis 100% höher liegen soll als der Höchstwert der Lichtbogenspannung. Gemeint ist damit natürlich der Höchstwert der Lichtbogenspannung während der eigentlichen Brenndauer[2]). Der Spannungshöchstwert, der nach dem Verlöschen des Lichtbogens infolge der Eigenschaften des Stromkreises als Scheitelwert einer Schwingung auftritt[3]), ist für die Lichtbogenlöschung

[1]) Kesselring u. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 1.

[1]) Bei der Bearbeitung der nachstehenden Ausführungen leistete mir Herr Hansheinrich Verse wertvolle Hilfe.

[2]) Mit der Ermittlung dieses Höchstwertes der Lichtbogenspannung, wie sie in den Abb. 2a, 2b und 3a von Kesselring und Kaufmann vorgenommen wurde, bin ich einverstanden.

[3]) Siehe z. B. Walter Böhlau, Diss. Braunschweig 1931, Bild 26. Kesselring u. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 85, Bild 19.

Digitized by Google

belanglos. Der Höchstwert der Lichtbogenspannung liegt, wie aus zahlreichen veröffentlichten Oszillogrammen von Abschaltvorgängen hervorgeht[1]), im allgemeinen bis etwa 2,5mal höher als der Wert der Lichtbogenspannung beim Scheitelwert des Stromes. Die höheren Werte der Lichtbogenspannung treten im allgemeinen erst gegen Ende der Brenndauer des Lichtbogens ein. Wählt man den Effektivwert der Spannung des Hauptstromkreises in der Ersatzschaltung 50 bis 100% höher als den Höchstwert der Lichtbogenspannung, so erhält man also eine Spannung der Hauptstromquelle, deren Scheitelwert 5- bis 7mal größer ist als die Lichtbogenspannung beim Scheitelwert des Hauptstromes. Die Stromkurve erhält dadurch eine Form, die etwa der Stromkurve 2 in Abb. 1 unten entspricht. Erhöht man den Scheitelwert dieser Kurve um einige Prozent, dann sieht man, daß diese Kurve recht gut mit der Sinuskurve übereinstimmt. Durch die gegen Ende der Halbperiode eintretende Erhöhung der Lichtbogenspannung wird allerdings der Abfall des Stromes vom Scheitelwert an steiler als bei der Sinuskurve. Aber diese Erscheinung wird, wie später erörtert wird, nur verschärfend auf die Prüfung einwirken können.

Der Verlauf des Stromes muß bei der Prüfung oszillographiert werden, wie das auch bei den Hochleistungs-Prüffeldern stets üblich ist. Nach dem Oszillogramm muß der Scheitelwert des Stromes der Prüfanlage während der Abschaltung gleich dem gewünschten Werte gemacht werden. Da die einzelnen Prüfungen mit der Ersatzschaltung in rascher Folge wiederholt werden können, macht eine solche Einstellung keine Mühe. Stimmt der Scheitelwert des Prüfstromes mit dem Scheitelwert des gewünschten Abschaltstromes überein, dann sind auch die arithmetischen Mittelwerte beider Ströme in guter Annäherung einander gleich. Scheitelwert und arithmetischer Mittelwert sind für den Abschaltvorgang entscheidend; ihre Übereinstimmung reicht also für die Angleichung des Prüfstromes an den Betriebsstrom hin. Der vor Beginn der Abschaltung einzustellende Dauerstrom muß bei der Ersatzprüfschaltung also im allgemeinen höher eingestellt werden als der geforderte Prüfstrom. Diese Überhöhung wird bis zu etwa 20% betragen. Bei der Bemessung der Prüfanlage muß dies berücksichtigt werden; ein nachteiliger Einfluß auf den Prüfling entsteht dadurch nicht.

Lichtbogenspannung. Die Spannung des Hauptstromkreises muß, wie bereits gesagt wurde, wesentlich höher liegen als der Mittelwert der Lichtbogenspannung, so daß die ersten Sätze dieses Abschnittes der Entgegnung von Kesselring und Kaufmann gegenstandslos werden.

Die Angabe, daß bei kleinerer zur Verfügung stehender Leistung die Lichtbogenspannung kleiner würde, ist mir unverständlich. Die Lichtbogenspannung hängt bekanntlich von der Stromstärke, von der Länge des Lichtbogens und den sonstigen äußeren Bedingungen ab, unter denen der Lichtbogen brennt. Bei Verkleinerung der Lichtbogenstromstärke wächst die Lichtbogenspannung und der Lichtbogen reißt ab, wenn die Lichtbogenspannung größer werden will als die Spannung der Stromquelle. Es ist mir also recht zweifelhaft, ob die Angabe berechtigt ist, daß bei niedriger Leistung die Lichtbogenspannung kleiner ist als bei hoher Leistung. Wenn dies, wie z. B. auf Abb. 3b, zufällig doch der Fall zu sein scheint, dann liegt das an der Gestalt des Lichtbogens, die infolge von Schleifenbildungen usw. bei jeder Abschaltung eine andere ist. Kesselring hat selbst die Unabhängigkeit der Lichtbogenspannung von der EMK der Stromquelle festgestellt und veröffentlicht[2]).

Zur Frage des Einflusses der Löschspitze bemerke ich folgendes: Gegen Ende der Brenndauer des Lichtbogens erhöht sich infolge der Verkleinerung der Stromstärke und infolge des wachsenden Abstandes der Kontakte die Lichtbogenspannung. Der Lichtbogen erlischt dann, wenn die Spannung der Stromquelle nicht mehr ausreicht, um die wachsende Lichtbogenspannung aufrechtzuerhalten. Bei niedrigerer Spannung der Hauptstromquelle verlischt also der Lichtbogen schon etwas früher (d. h. zu einem Zeitpunkte, in dem der Augenblickswert des Stromes höher ist) als bei hoher Betriebsspannung. Je größer die Stromstärke im Augenblick der Löschung ist, um so größer ist die Nachwirkung des Lichtbogens durch Ionisation. Die Löschung wird also bei kleiner treibender Spannung erschwert, die Prüfung mit der Ersatzschaltung ergibt aus diesem Grunde eine schärfere Beanspruchung. Der Wärmeinhalt des Lichtbogens, der außerdem für die Löschung maßgebend ist, wird durch eine hohe Löschspitze praktisch nicht beeinflußt. Es liegt also kein Grund zu der Annahme vor, daß die Prüfung mit der Ersatzschaltung etwa zu günstige Prüfergebnisse vortäuschen könnte oder daß die Beanspruchung der Schaltstrecke niedriger wäre als bei der Prüfung mit dem Hochleistungs-Prüffeld.

Nun zu dem von Kesselring und Kaufmann beschriebenen Versuch: Nach den von mir gemachten Angaben müßte der Effektivwert der Spannung des Hauptstromkreises etwa 1250 V betragen, wenn man den bei den entgegengehaltenen Versuchen benutzten Schalter mit der Ersatzschaltung prüfen würde. Der Stromverlauf während der Abschaltung ähnelt bei dieser Spannung dem in Abb. 2b aufgezeichneten Verlauf. Man wird, wie bereits angegeben, durch Widerstandseinstellung im Hauptstromkreis den Scheitelwert des Stromes so einstellen, daß er nach Trennung der Kontakte gleich dem vorgeschriebenen Wert, hier also gleich $4500 \cdot \sqrt{2}$ A wird. Der Stromverlauf gleicht dann praktisch dem betriebsmäßigen Abschaltstrom. Die weiteren Oszillogramme, die mit zu niedriger Betriebspannung oder mehreren Unterbrechungsstellen ausgeführt sind, haben bei der Erörterung dieser Angelegenheit keine Bedeutung. Die Versuche mit 2 bzw. 3 Unterbrechungsstellen können nicht als Beweismittel herangezogen werden, weil ja bei mehreren Unterbrechungsstellen die Schaltgeschwindigkeit und damit die Geschwindigkeit des Anwachsens der Lichtbogenspannung vervielfacht wird.

Wenn man den bei den Versuchen von Kesselring und Kaufmann benutzten Schalter mit der Ersatzschaltung bei einer Spannung des Hauptstromkreises von 1250 V prüft und dabei die erforderliche Erhöhung der Stromstärke berücksichtigt, dann benötigt man für die Ersatzschaltung den fünften Teil der normalen Abschaltleistung. Wie in der Entgegnung zugegeben wird, liegen die Verhältnisse bei Schaltern für sehr hohe Spannungen noch günstiger, da die Lichtbogenspannung nicht proportional der Betriebsspannung anwächst. Bei Schaltern für 100, 150 und 200 kV kommt man dadurch, im Gegensatz zu der Ermittlung von Kesselring und Kaufmann, auf das Ergebnis, daß die erforderliche Leistung bei Verwendung der Ersatzschaltung nur etwa den 20. Teil der Abschaltleistung des Schalters zu betragen braucht. Es wird im allgemeinen ausreichen, wenn zur Prüfung von Schaltern für sehr hohe Betriebsspannung die Spannung des Hauptstromkreises 5 bis 7 kV beträgt.

Die von Hochleistungsschaltern geforderte Abschaltleistung wird im allgemeinen bei wachsender Betriebsspannung größer, weil bei sehr hohen Spannungen die Kurzschlußleistung an den einzelnen Punkten des Netzes größer ist als bei niedrigeren Spannungen. Wenn man also Schalter von verschiedener Nennspannung mit einer Ersatzschaltung prüfen will, so ist die Leistung dieser Ersatzschaltung nach der Abschaltleistung der Schalter mit der höchsten Nennspannung zu bemessen. Diese Prüfanlage reicht dann, wenn man die entsprechende Umschaltbarkeit der Transformatoren vorsieht, auch zur Prüfung von Schaltern kleinerer Nennspannung aus. Der wirtschaftliche Vorteil ist also außerordentlich groß! In vielen Fällen wird es sogar möglich sein, die Leistung für die Ersatzschaltung ohne besonderen Maschinensatz aus einem bestehenden Netz zu entnehmen.

Wie ich schon in meinem Aufsatz sagte, wird die für die Prüfschaltung erforderliche Leistung besonders klein, wenn die Lichtbogenspannung der zu prüfenden Lichtbogenlöscheinrichtung sehr niedrig ist. Kleine Werte der Lichtbogenspannung werden aber mit Recht bei neuen Schaltgeräten angestrebt[1]). Bei modernen Schaltgeräten mit niedriger Lichtbogenspannung kommt man also mit kleiner Prüfleistung aus.

Lichtbogendauer. In diesem Abschnitt der Entgegnung wird einmal von Expansionsschaltern und dann von Mehrphasenschaltern gesprochen. Ich möchte zunächst die Frage einer mehrphasigen Prüfanlage klären. Eine solche mehrphasige Prüfeinrichtung ist naturgemäß nur bei solchen Schaltern nötig, bei denen sich die Kontakte verschiedener Phasen in einem Gefäß befinden. Wenn, wie das bei neuzeitlichen Schaltern der Fall ist, die Phasen getrennt angeordnet sind, genügt es völlig, den Löschvorgang an den einzelnen Phasen

---

[1]) Biermanns, ETZ 50 (1929) S. 1073, Abb. 2.
O. Mayr in W. Petersen, Forschung und Technik, S. 330, Abb. 18; Berlin: Julius Springer 1930.
Kopeliowitsch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 23 (1932) S. 581, Abb. 28; S. 582, Abb. 31; S. 584, Abb. 39.
H. M. Wilcox u. W. M. Leeds, Electr. Engng. 55 (1936) S. 634, Abb. 14; S. 635, Abb. 15.
E. J. Poitras, H. P. Kuehni, W. F. Skeats, Electr. Engng. 54 (1935) S. 175, Abb. 9.
R. C. van Sickle, Electr. Engng. 54 (1935) S. 184, Abb. 9.
Siehe auch die Abb. 2 und 3 der vorstehenden Ausführungen von Kesselring und Kaufmann.

[2]) Kesselring, ETZ 50 (1929) S. 1010, Abb. 18.

[1]) Siehe z. B. Erwin Marx, ETZ 54 (1933) S. 397.
A. Roth, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 470, Abb. 3.

Digitized by Google

nacheinander zu untersuchen. Da sich die Vorgänge in den einzelnen Phasen nicht beeinflussen, ist es nicht notwendig, daß in den anderen Phasen der Löschvorgang sich mit abspielt, wenn eine Phase untersucht wird. Aber auch eine mehrphasige Prüfanordnung ist mit der Ersatzschaltung ohne Schwierigkeiten ausführbar. Abb. 4 zeigt eine Schaltung hierfür, die an die Schaltung Abb. 2 meines Aufsatzes angeglichen ist. T_r ist der Haupttransformator, mit dem, wie bei der Einphasenschaltung, die Lichtbogenstromstärke erzeugt wird. T_R, T_S und T_T sind Tesla-Transformatoren, die den Lichtbogen periodisch zünden[1]). Die mit den Tesla-Transformatoren

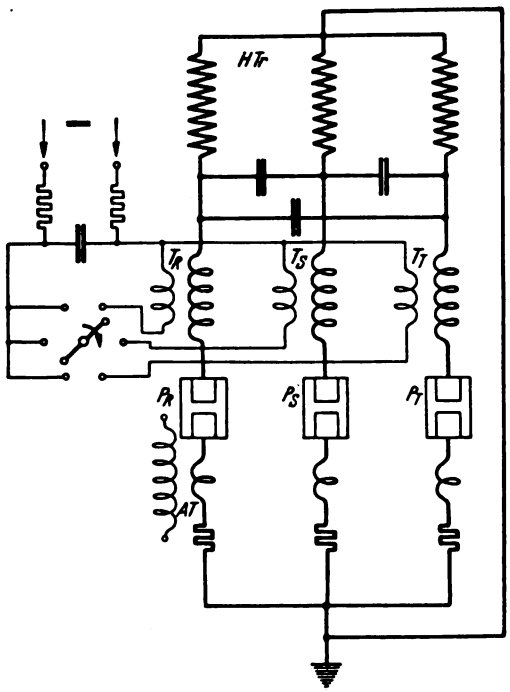


Abb. 4. Mehrphasige Prüfanordnung.

erzeugte Zündspannung muß 1,5- bis 2mal höher sein als der Scheitelwert der Nennspannung der zu prüfenden Lichtbogenlöscheinrichtung. Die Zündung des Hauptlichtbogens in den drei Phasen P_R, P_S und P_T des Schalters erfolgt dann praktisch ebenso, wie wenn der Haupttransformator eine hohe Betriebsspannung hätte. Wenn der Schalter offen ist, so tritt kein Durchschlag zwischen den Kontakten ein. Wird der Schalter geschlossen, während Haupttransformator und Zündung eingeschaltet sind, so werden, wie im praktischen Betrieb, schon vor der Berührung der Kontakte Lichtbogen erzeugt, bis der Schalter geschlossen ist (Einschaltversuch!). Vor Öffnung eines Schalters sind ebenfalls Haupttransformator und Zündung einzuschalten. Während der Abschaltung treten dann wieder in jeder Halbperiode die Zündspannungen zwischen den sich entfernenden Kontakten auf. Der Lichtbogen kann dadurch in ebenso vielen Halbwellen erzeugt werden, wie das im praktischen Betriebe der Fall ist. Dementsprechend ist auch die Lichtbogenwirkung im Schalter die gleiche. Mit dieser Schaltung können auch Ein- und Ausschaltprüfungen in kurzen Zeitabständen, wie sie die VDE-Vorschriften fordern, ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden. Die Zündung bleibt hierbei durchgehend eingeschaltet. Der Prüfspannungskreis und der Beobachtungskreis brauchen auch bei der mehrphasigen Prüfung nur einmal beschafft werden; diese Kreise können nacheinander an die drei Phasen angeschlossen werden, wenn dies erforderlich erscheint.

Wenn bei Expansionsschaltern die Lichtbogenspannung wesentlich größer ist als bei anderen Schaltern, so müßte natürlich bei der Prüfung solcher Schalter mit einer Ersatzschaltung auch eine höhere Leistung des Hauptstromkreises vorgesehen werden. Zu berücksichtigen ist jedoch auch hier, daß die gegen Ende der Brennzeit auftretenden hohen Spitzen der Lichtbogenspannung von der Prüfanlage nicht unbedingt aufgebracht werden müssen. Wir hatten gesehen, daß die Prüfung durch ein früheres Abreißen des Hauptlichtbogens bei der Ersatzschaltung nur verschärft werden kann.

Energieumsetzung im Bogen. Über die Energie- und Entionisierungsfrage habe ich bereits gesprochen; ich habe dem hier nichts hinzuzufügen.

Einschalten auf Kurzschluß. Mit der aufgezeichneten Schaltung ist, wie bereits ausgeführt wurde, auch eine Einschaltprüfung sowie eine unmittelbare Aufeinanderfolge von Ein- und Ausschaltprüfung durchführbar.

Man kann eine Explosion von Ölschaltern bei der Prüfung mit der Ersatzschaltung dadurch künstlich vermeiden, daß man die Neuzündung der Lichtbögen nur einige Halbperioden hindurch aufrechterhält. Es ist dadurch möglich, bei demselben Schalter in kurzen Zeitabständen wiederholt die Grenze der Abschaltleistung zu überschreiten, ohne daß der Schalter zerstört wird. Es lassen sich leicht kurvenmäßige Aufnahmen der Abschaltgrenzleistung bei verschiedenen Betriebsbedingungen machen, die mit dem Hochleistungs-Prüfsatz wegen der jedesmaligen Zerstörung des Prüflings sehr erschwert sind. Kurven, wie sie in meinem Aufsatz gezeigt wurden, sind bisher noch nie veröffentlicht worden. Sie geben erstmalig klaren Aufschluß über die Wiederkehr der Durchschlagspannung nach der Lichtbogenlöschung[1]).

Zusammenfassung. Ich kann, wie aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, keine der Einwendungen von Kesselring und Kaufmann als stichhaltig anerkennen. Es ist auch mit verhältnismäßig niedrigen Betriebsspannungen möglich, eine Stromkurve bei der Abschaltung zu erzeugen, die in ihren ausschlaggebenden Werten (Scheitelwert und arithmetischer Mittelwert) praktisch gleich der Betriebsstromstärke ist. Mit der Ersatzschaltung sind ferner auch kurzzeitig aufeinanderfolgende Ein- und Ausschaltversuche sowie mehrphasige Prüfungen ohne Schwierigkeiten möglich. Der dadurch entstehende Vorteil liegt auf der Hand: Viele Stellen, Herstellerfirmen, Forschungsinstitute, Elektrizitätswerke usw., die sich bisher Hochleistungs-Prüffelder nicht erstellen konnten, sind mit der Ersatzschaltung in der Lage, Prüfungen und Untersuchungen von Hochleistungsschaltern auszuführen. Auch bei manchen Großfirmen reichen schon heute die Hochleistungs-Versuchsfelder zur einwandfreien Prüfung von Schaltern mit sehr großer Abschaltleistung nicht mehr aus. Hier kann die Ersatzschaltung gute Dienste tun[2]). Ich will mit meinen Ausführungen nicht sagen, daß die bereits bestehenden Hochleistungs-Prüffelder überflüssig seien und ihre Bedeutung verloren hätten. Es ist unzweifelhaft sehr wertvoll, daß solche Hochleistungs-Prüffelder bestehen. Meiner Meinung nach liefert jedoch auch die Untersuchung mit der Ersatzschaltung vollwertige Ergebnisse. Sie hat dabei den Vorteil des sehr viel niedrigeren Preises und bietet die Möglichkeit, viel rascher zu arbeiten. Dadurch ist eine viel eingehendere Klärung vieler Fragen möglich. Ich bin auch der Meinung, daß sich eine einwandfreie Abnahmeprüfung von Schaltern und Hochleistungsventilen aller Art mit der Ersatzschaltung durchführen läßt; hierzu ist allerdings noch Entwicklungsarbeit notwendig.

Niemand wird behaupten, daß die Entwicklung der Hochleistungsschalter und der Hochleistungsventile heute bereits abgeschlossen wäre. Wenn jetzt mit Hilfe einer einfachen Prüfeinrichtung die Möglichkeit besteht, diese Entwicklung stark zu fördern, so sollte dies von allen deutschen Forschungs- und Entwicklungsstellen sehr begrüßt werden.

Braunschweig, 19. 4. 1937. Erwin Marx VDE.

[1]) Eine ähnliche Zündschaltung ist in dem Buch Erwin Marx: Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen, Abb. 92, Berlin: Julius Springer 1932, dargestellt.

[1]) Kesselring gibt in Elektrotechn. u. Masch.-Bau 53 (1935) S. 514 an, daß diese wichtige Aufgabe bis dahin noch nicht gelöst war!

[2]) Beispielsweise bei der Prüfung der Schalter für die Boulderdam-Anlage in den V. S. Amerika wurde auch eine Ersatzschaltung benutzt, bei der allerdings der Nachteil der Reihenschaltung von zwei Schaltern in Kauf genommen werden mußte; siehe Wilfred F. Skeats, Electr. Engng. 55 (1936) S. 712, Abb. 5.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Abschluß des Heftes: 25. Juni 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 8. Juli 1937 | Heft 27

Bekämpfung von Oberwellen in ausgedehnten Netzen.

Von **Ernst Scharstein VDE**, Nürnberg.

621. 311. 153. 018. 3

Übersicht. Der Aufsatz behandelt die Möglichkeiten, ausgedehnte Netze durch Parallelschalten von in Stern und Dreieck geschalteten Transformatoren von den Störungen durch Oberwellen der Magnetisierungsströme zu befreien. An Oszillogrammen wird die Wirkung gezeigt. Die Entfernungen, bei denen bei Freileitungen und Kabeln ein Ausgleich der Oberwellen möglich ist, werden angegeben.

In ausgedehnten Hochspannungsnetzen stellt man mitunter eine erhebliche Abweichung der Spannungskurve von der Sinusform fest. Die Ursache wurde in vielen Fällen in den stark verzerrten Magnetisierungsströmen der Transformatoren[1]) gefunden. Allerdings tritt die starke Verzerrung der Netzspannungskurve durch die Oberwellen der Magnetisierungsströme durchaus nicht in allen Fällen auf. Nur unter besonderen Bedingungen bei ganz oder nahezu leerlaufenden Netzen prägen sich die Oberwellen in der Spannungskurve stark aus. Diese Erscheinung ist im Schrifttum wiederholt behandelt worden. Es wurde nachgewiesen, daß die Verzerrungen immer dann eine bemerkenswerte Größe annehmen, wenn Resonanz[2]) der Leitung mit einer Oberwelle im Magnetisierungsstrom auftritt. Von Bedeutung ist in erster Linie die fünfte, in einzelnen Fällen auch die dritte oder die siebte Harmonische des Magnetisierungsstromes. Die elfte und dreizehnte und alle höheren Harmonischen sind im Magnetisierungsstrom nur noch so schwach enthalten, daß eine Störung dadurch nicht zu befürchten ist.

Stark verzerrte Spannungskurven können den Betrieb eines Netzes in verschiedener Weise stören. An erster Stelle ist die Beeinträchtigung der Erdschlußlöschung zu nennen, aber auch die Stromwendung von Kommutatormaschinen wird oft ungünstig beeinflußt. Daß die verzerrten Spannungskurven zur Überlastung angeschlossener Kondensatoren führen können, ist allgemein bekannt. Man sucht diese Schwierigkeiten durch den Bau von Transformatoren, die einen praktisch sinusförmigen Magnetisierungsstrom aufweisen, zu beseitigen.

Durch die Neuaufstellung von solchen Transformatoren mit sinusförmigem Magnetisierungsstrom werden aber zunächst die vorhandenen Oberwellen nicht verringert, sondern es wird lediglich einer weiteren Vergrößerung Einhalt geboten. Erst allmählich, in dem Maße wie die alten Transformatoren verschwinden, werden sich die Oberwellenverhältnisse im Netz bessern. Daher muß außerdem nach Wegen gesucht werden, die vorhandenen Oberwellen in den Netzen ohne großen Kostenaufwand zu verringern. Welche Möglichkeiten hierfür gegeben sind, soll im folgenden gezeigt werden.

[1]) E. Hueter, ETZ 54 (1933) S. 747. K. Halbach, ETZ 56 (1935) S. 1045.

[2]) J. Biermanns, ETZ 36 (1915) S. 609. Ollendorf, Arch. Elektrotechn. 23 (1930) S. 162.

Untersucht man ein ausgedehntes Netz genauer auf Oberwellen, so findet man, daß die meist in großer Zahl vorhandenen kleinen Transformatoren eine ausschlaggebende Rolle spielen. Aus zwei Gründen überwiegt der Einfluß der kleinen Transformatoren. Erstens hat ein Transformator im Verhältnis zu seiner Leistung einen um

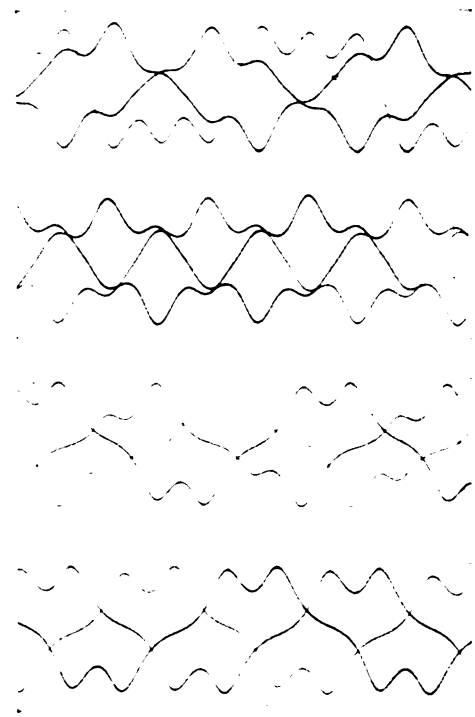


Abb. 1. Drei Transformatoren parallel geschaltet.

so größeren Magnetisierungsstrom, je kleiner er ist, und zweitens ist die Summe der Leistungen der kleinen Transformatoren meist erheblich größer als die Leistung der großen Transformatoren. Wenn man demnach in einem Netz die Oberwellen wirksam bekämpfen will, so muß man sein Augenmerk in erster Linie den kleinen Transformatoren zuwenden. Bevor die Bekämpfung der fünften und siebten Harmonischen behandelt wird, muß zunächst über die dritte Harmonische einiges gesagt werden. Bekanntlich kann in einem symmetrischen Drehstromnetz die dritte Harmonische nicht fließen. Diese Tatsache hat zu der weit verbreiteten Ansicht geführt, daß in den heutigen Netzen die dritte Harmonische nicht vorhanden sei. Diese Ansicht trifft jedoch nicht immer zu. Die heutigen Transformatoren haben durchweg drei

Digitized by Google

in einer Ebene angeordnete Schenkel und sind deshalb für das Drehstromnetz nicht symmetrisch. Dies äußert sich schon darin, daß die Magnetisierungsströme der drei Phasen nicht gleich groß sind. Infolgedessen bleibt ein gewisser Restbetrag der dritten Harmonischen im Magnetisierungsstrom übrig. Werden nun alle Transformatoren gleichmäßig mit dem Mittelschenkel an die gleiche Phase des Netzes angeschlossen, so summiert sich die dritte Harmonische im gesamten Netz. An einigen Oszillogrammen[3]) sollen die Verhältnisse näher erläutert werden. Oszillogramm *1* in Abb. 1 zeigt den Magnetisierungsstrom dreier parallel geschalteter Transformatoren von je 100 kVA, 6000/400 V, auf der in Stern geschalteten 6000 V-Seite, wobei alle Transformatoren mit gleich bezeichneten Klemmen an die gleiche Netzphase angeschlossen wurden (Schaltung *a* in Abb. 2). Im Oszillogramm *1* erkennt man den großen Unterschied zwischen den Außenphasen einerseits und der Mittelphase anderseits. Die Zerlegung der Stromkurve ergibt eine dritte Harmonische von 30 % des

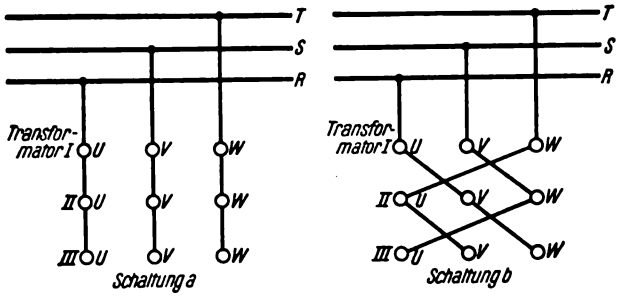


Abb. 2. Parallelschaltung von drei Transformatoren.

Effektivwertes im Magnetisierungsstrom der Mittelphase. In den Außenphasen ist die dritte Harmonische nur halb so groß. Stellt man die Symmetrie für das Drehstromnetz dadurch her, daß man die Anschlüsse der drei Transformatoren vertauscht, wodurch bei entsprechender Vertauschung der Unterspannungsanschlüsse die Parallelschaltbarkeit nicht gestört wird (Schaltung *b* in Abb. 2), so verschwindet aus der Summe der drei Magnetisierungsströme die dritte Harmonische vollkommen. Oszillogramm *2* in Abb. 1 zeigt den Magnetisierungsstrom der drei obengenannten Transformatoren beim Anschluß nach Abb. 2 b. Die Magnetisierungsströme der drei Phasen sind vollkommen gleich. Eine dritte Harmonische ist nicht mehr nachweisbar. Hier bietet sich also ein sehr einfacher Weg, um aus dem Netz die dritte Harmonische zu beseitigen. Durch einfaches Vertauschen der Anschlüsse der im Netz verteilten Transformatoren kann — auch bei Parallellauf auf der Ober- und Unterspannungsseite — die Unsymmetrie vollkommen vermieden werden.

Die bekannte Tatsache, daß die fünfte und siebte Harmonische im Magnetisierungsstrom eines primär in Dreieck geschalteten Transformators das entgegengesetzte Vorzeichen von einem in Stern geschalteten aufweist, ermöglicht auf einfache Weise einen Ausgleich der fünften und siebten Oberwelle. An Hand der Abb. 3 soll diese Möglichkeit näher erläutert werden. In Abb. 3 a ist von einer Halbwelle des Magnetisierungsstromes eines symmetrischen, primär in Stern geschalteten Transformators, wie ihn z. B. das Oszillogramm *2* zeigt, die Grundwelle und fünfte Harmonische aufgezeichnet. Die fünfte Harmonische weist ein positives Vorzeichen auf. An der Stelle, an der die Grundwelle ihren Höchstwert hat, hat auch die fünfte Harmonische ihren positiven Höchstwert. Bei einem in Dreieck geschalteten Transformator addieren sich nun an jeder Ecke des Dreiecks die um 60 ° verschobenen Magnetisierungsströme zweier Schenkelwicklungen. Abb. 3 b zeigt von diesen zwei Strömen die Grundwelle und fünfte Harmonische. Grundwelle und fünfte Harmonische eines Schenkels sind gestrichelt, die des anderen Schenkels strichpunktiert gezeichnet. Für jeden Schenkel ist die Lage der fünften Harmonischen gegenüber der Grundwelle die gleiche wie bei einem sterngeschalteten Transformator. Der Höchstwert der Grundwelle fällt mit einem

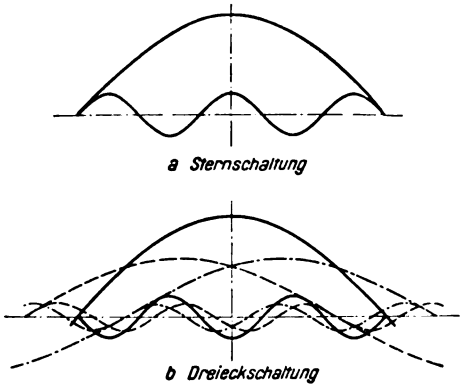


Abb. 3. Grundwelle und fünfte Harmonische.

positiven Höchstwert der fünften Harmonischen zusammen. In der an die Klemme angeschlossenen Netzleitung fließt die Summe dieser zwei Ströme, die im Bild durch ausgezogene Linien dargestellt ist. Man sieht, daß die Grundwelle gleich der bei Sternschaltung (Abb. 3 a) ist, daß dagegen die fünfte Harmonische das entgegengesetzte Vorzeichen hat. Wenn die Grundwelle ihren Höchstwert erreicht, weist bei Dreieckschaltung die fünfte Harmonische ihren negativen Höchstwert auf. Genau der gleiche Nachweis läßt sich für die siebte Harmonische führen. Auch die siebte Harmonische weist bei Dreieckschaltung das entgegengesetzte Vorzeichen auf. Die Oszillogramme *3* und *4* in Abb. 1 zeigen die Magnetisierungsströme dreieckgeschalteter Transformatoren. Im Oszillogramm *3* wurden wieder drei Transformatoren von je 100 kVA, 6000/400 V, bei Dreieckschaltung der 6000 V-Seite parallel geschaltet, indem die gleichbezeichneten Klemmen miteinander verbunden wurden (Abb. 2 a). Der Vorzeichenwechsel der 5. Oberwelle im Oszillogramm *3* gegenüber dem Oszillogramm *1* ist nur in einer Phase deutlich zu erkennen, da das Bild in den anderen zwei Phasen durch die dritte Harmonische gestört wird. Bei Dreieckschaltung fließt nämlich die dritte Harmonische nur in zwei Phasen; sie hat im Oszillogramm *3* eine Größe von 22 % des Effektivwertes, ist also kleiner als bei Sternschaltung. Nimmt man bei Dreieckschaltung die Vertauschung der Anschlüsse nach Abb. 2 b vor, so erhält man auch hier vollkommen gleiche Ströme. Die dritte Harmonische wird in allen Phasen zu Null und man sieht nun deutlich beim Vergleich der Oszillogramme *2* und *4* den Vorzeichenwechsel der fünften Harmonischen.

Ein primärseitig zickzackgeschalteter Transformator nimmt einen Magnetisierungsstrom von der gleichen Form auf wie ein in Dreieck geschalteter. Die Ursache hierfür ist allerdings eine etwas andere. Bei der Zickzackwicklung wird jeder Schenkel von zwei Strömen magnetisiert, die um 60 ° gegeneinander versetzt sind. Die Summe dieser zwei Ströme bildet den Magnetisierungsstrom des Schenkels. Diese Summe muß nun eine Grundwelle und eine fünfte Harmonische mit positivem Vorzeichen aufweisen. Es läßt sich nun leicht entsprechend Abb. 3 zeigen, daß dies nur möglich ist, wenn die zwei um 60 ° versetzten Teilströme, jeder für sich, eine fünfte Harmonische mit negativem Vorzeichen aufweisen. Nach außen hin unterscheidet sich also ein in Zickzack geschalteter Transformator hinsichtlich seines Magnetisierungsstromes nicht von einem in Dreieck geschalteten.

Zerlegt man nun die Magnetisierungsströme in die einzelnen Harmonischen, so zeigt sich, daß die Größe der fünften und siebten bei Stern- und Dreieckschaltung etwa

[3]) Die Versuche, über die hier berichtet wird, wurden von Herrn Dipl.-Ing. Eberhard Fischer im Transformatorenprüffeld der Siemens-Schuckertwerke durchgeführt.

Digitized by Google

gleich ist. So weist das Oszillogramm *2* etwa 21 % fünfte und 8 % siebte Harmonische auf. Etwa der gleiche Wert ergibt sich bei Dreieckschaltung, nämlich für Oszillogramm *4* etwa 20 % fünfte und 7,5 % siebte Harmonische. Die Messungen wurden — das sei hier eingeschaltet — an handelsüblichen listenmäßigen Transformatoren der Einheitsreihe vorgenommen, so daß man sich an Hand dieser Zahlen eine Vorstellung machen kann, welche Größe die Oberwellen im Magnetisierungsstrom neuzeitlicher Transformatoren etwa haben.

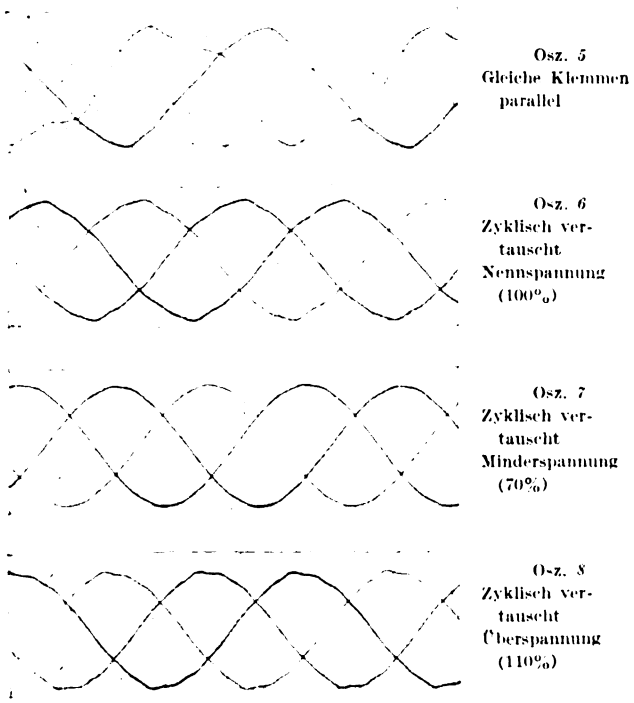


Abb. 4. Drei Transformatoren in Sternschaltung und drei Transformatoren in Dreieckschaltung parallel geschaltet.

Wenn nun die Oberwellen bei Stern- und Dreieckschaltung etwa gleich groß sind, aber das entgegengesetzte Vorzeichen aufweisen, so muß es möglich sein, durch Parallelschalten stern- und dreieckgeschalteter Transformatoren die Oberwellen aufzuheben. Das Oszillogramm *5* der Abb. 4 zeigt das Ergebnis einer Parallelschaltung eines in Stern und eines in Dreieck geschalteten Transformators. Wenn auch die Oberwellen wesentlich kleiner geworden sind — der Strom enthält nur noch 19 % dritte, 4 % fünfte und 1 % siebte Harmonische —, so stört doch auch hier wieder die Unsymmetrie einmal dadurch, daß die dritte Harmonische zurückbleibt, und dann auch dadurch, daß die fünfte und siebte Harmonische für die einzelnen verschieden langen Schenkel nicht gleich groß ist und dadurch ein vollkommener Ausgleich nicht stattfinden kann. Daß der unvollkommene Ausgleich wirklich nur auf die Unsymmetrie zurückzuführen ist, zeigt das Oszillogramm *6* der Abb. 4. Hier wurden zwei symmetrische Gruppen von je drei Transformatoren parallel geschaltet, die eine Gruppe in Stern entsprechend Oszillogramm *2*, die andere Gruppe in Dreieck entsprechend Oszillogramm *4*. Das Oszillogramm *6* zeigt, daß die Ströme praktisch sinusförmig geworden sind. In VDE 0530 ist festgelegt, daß eine Spannungswelle praktisch als sinusförmig gilt, wenn die Abweichung nicht mehr als 5 % beträgt. In den Strömen des Oszillogramms *6* beträgt die dritte Harmonische Null, die fünfte 1 %, die siebte 1 %, die elfte 1 % und die dreizehnte 1 %. Alle höheren Harmonischen sind vernachlässigbar klein. Man kann also mit Recht einen solchen Strom als praktisch sinusförmig bezeichnen.

Der Ausgleich der fünften und siebten Harmonischen ist unabhängig von der Induktion im Transformator. Zwei weitere Oszillogramme sollen dies veranschaulichen. Während Oszillogramm *6* bei Nennspannung aufgenommen wurde, zeigt Oszillogramm *7* (Abb. 4) die gleichen Transformatoren bei etwa 70 % der Nennspannung. Hier ist von Oberwellen im Strom fast nichts mehr zu erkennen; auch bei 10 % über der Nennspannung ist der Ausgleich der fünften und siebten noch ausgezeichnet (Oszillogramm *8*). Lediglich die elfte und dreizehnte Harmonische treten bei der hohen Sättigung schon etwas stärker hervor. Irgendwelche Störungen des Netzbetriebes sind aber selbst bei diesen Sättigungen von der elften und dreizehnten Harmonischen noch nicht zu erwarten.

Der Ausgleich der fünften und siebten Harmonischen tritt nicht nur auf, wenn die Transformatoren verschiedener Schaltung von einem gemeinsamen Netz oder einer gemeinsamen Stromquelle gespeist werden. Liegt z. B. der in Abb. 5 gezeichnete Fall vor, daß jeder von zwei sekundärseitig auf eine Sammelschiene arbeitenden Transformatoren von einem zugehörigen Stromerzeuger gespeist wird, so bezieht zunächst jeder Transformator seinen Magnetisierungsstrom von seiner Stromquelle. Die Oberwellen dieser Magnetisierungsströme rufen an der Streuinduktivität der Maschine gewisse Spannungsabfälle hervor, durch die die Spannungskurve kleine Verzerrungen der betreffenden Oberwelle aufweist. Diese Spannungsverzerrungen werden naturgemäß auf die Sekundärseite der Transformatoren übertragen. Weisen nun die Transformatoren auf ihrer Sekundärseite die gleiche Schaltung auf, so ist die Sekundärspannung bei beiden Transformatoren gleichsinnig verzerrt, so daß eine in gleichem Maße verzerrte Sammelschienenspannung auftritt; anders jedoch, wenn die Transformatoren auf ihrer Sekundärseite verschiedene Schaltungen aufweisen. In diesem Fall sind auch die Spannungsverzerrungen der fünften und siebten Oberwelle entgegengesetzt gerichtet. Die Sammelschienenspannung kann keine Verzerrung dieser Oberwellen aufweisen, es wird vielmehr durch die Oberwellenspannung ein Strom der fünften und siebten Oberwelle fließen, so daß der Oberwellengehalt des Magnetisierungsstromes auf der Primärseite verringert wird. Die Oberwellenströme werden zum größten Teil von der Sekundärseite übernommen, so daß sie nicht mehr durch die Maschinen fließen müssen. Die Spannungsverzerrungen auf der Primärseite bleiben daher klein; auf der Sekundärseite verschwinden sie, wie bereits erwähnt, vollständig.

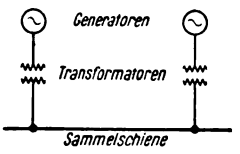


Abb. 5. Sekundärseitige Parallelschaltung.

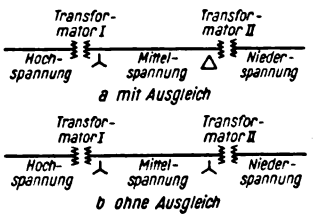


Abb. 6. Hintereinanderschaltung von Transformatoren.

Auch in dem in Abb. 6 gezeichneten Fall der Hintereinanderschaltung zweier Transformatoren ist ein Ausgleich der fünften und siebten Harmonischen im Magnetisierungsstrom möglich. Betrachten wir zunächst den Fall, daß der Transformator *II*, der von Mittelspannung auf Niederspannung umspannt, oberspannungsseitig in Dreieck geschaltet sei (Abb. 6 a), so nimmt dieser Transformator einen Magnetisierungsstrom mit negativer fünfter und positiver siebter Oberwelle auf. Ist nun der Transformator *I* wie in Abb. 6 a unterspannungsseitig in Stern geschaltet, so tritt ein Ausgleich der fünften und siebten Oberwelle auf der Hochspannungsseite ein, ganz gleichgültig, wie auch die Oberspannungsseite des Transformators *I* geschaltet ist. Nehmen wir an, der Transformator *I* sei in Stern/Stern geschaltet, so wird der Magnetisierungsstrom des Transformators *II* unverändert in das Hochspannungsnetz übertragen, weist also auch hier eine negative fünfte und eine positive siebte Harmonische auf.

Digitized by Google

Hinzu kommt aber auf der Hochspannungsseite der Magnetisierungsstrom des Transformators *I*, der wegen der Sternschaltung eine positive fünfte und eine negative siebte Oberwelle enthält, also den Magnetisierungsstrom des Transformators *II* ausgleicht. Weist Transformator *I* aber Dreieck/Stern-Schaltung auf, so wird bei der Übertragung des Magnetisierungsstromes des Transformators *II* vom Mittelspannungs- auf das Hochspannungsnetz das Vorzeichen der fünften und siebten Oberwelle geändert. Der Magnetisierungsstrom des Transformators *II* weist also nun im Hochspannungsnetz eine positive fünfte und eine negative siebte Oberwelle auf. Hinzu kommt wieder der Magnetisierungsstrom des Transformators *I*, der aber nun wegen der Dreieckschaltung eine negative fünfte und eine positive siebte Harmonische enthält, also auch in diesem Fall den Ausgleich vollzieht. Im Gegensatz dazu ist bei der Schaltung nach Abb. 6 b ein Ausgleich nicht möglich, wie auch die Primärseite vom Transformator *I* geschaltet sein mag. Ganz entsprechende Betrachtungen wie oben zeigen, daß die Magnetisierungsströme der zwei Transformatoren im Hochspannungsnetz stets fünfte und siebte Oberwellen mit gleichem Vorzeichen führen, so daß stets eine Summierung und kein Ausgleich stattfindet. Es kommt somit bei zwei hintereinander geschalteten Transformatoren nur darauf an, daß die zwei miteinander verbundenen Wicklungen verschiedene Schaltung aufweisen.

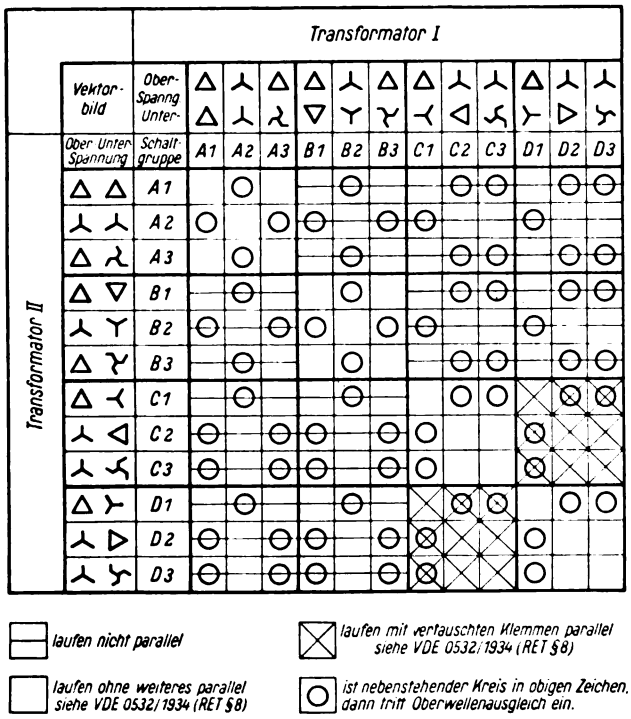


Abb. 7. Zwei Transformatoren oberspannungsseitig an einem Netz.

Die verschiedenen Möglichkeiten des Oberwellenausgleichs sind in drei Tafeln zusammengestellt. Abb. 7 gilt für den Fall, daß zwei Transformatoren oberspannungsseitig zusammengeschaltet sind unabhängig davon, ob die Oberspannungsseite nun Primär- oder Sekundärseite ist. In der Tafel sind zunächst für beide Transformatoren, Transformator *I* und Transformator *II*, die verschiedenen Möglichkeiten der Schaltung aufgeführt, und zwar im Vektorbild und unter der Gruppenbezeichnung A_1 bis D_3 nach VDE 0532. Aus der Tafel ist nun für zwei Transformatoren irgendwelcher Schaltgruppe zu entnehmen:

1. ob die Transformatoren parallel arbeiten können, d. h. ob sie, die bereits oberspannungsseitig an einem Netz hängen, auch unterspannungsseitig parallel geschaltet werden können, und ob gegebenenfalls die Unterspannungsklemmen vertauscht werden müssen, wie dies in VDE 0532/1934 § 8 angegeben ist;
2. ist aus der Tafel zu entnehmen, ob ein Ausgleich der Oberwellen stattfindet oder nicht. Der Oberwellenausgleich ist unabhängig davon, ob die Transformatoren parallel arbeiten oder nicht, ob sie also unterspannungsseitig ebenfalls parallel geschaltet sind oder nicht, wie ein Blick auf die Tafel zeigt.

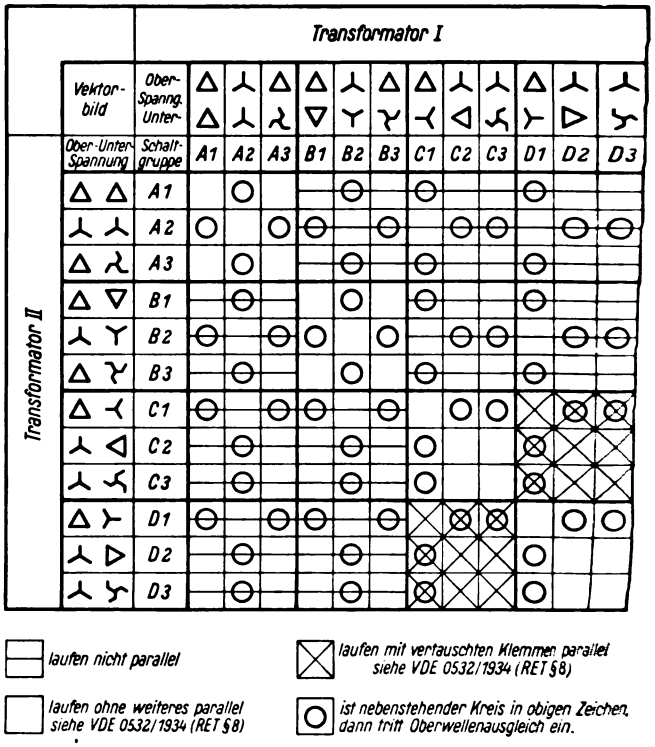


Abb. 8. Zwei Transformatoren unterspannungsseitig an einem Netz.

Die gleiche Tafel ist in Abb. 8 dargestellt für den Fall, daß die Transformatoren unterspannungsseitig an einem gemeinsamen Netz liegen, wobei es wieder gleichgültig ist, ob die Unterspannungsseite die Primär- oder die Sekundärseite ist.

Die Tafel der Abb. 9 endlich gilt für den Fall der Hintereinanderschaltung zweier Transformatoren. Ein Parallellauf kommt in diesem Fall nicht in Frage; es handelt sich also nur um die Entscheidung, ob Oberwellenausgleich stattfindet oder nicht. Auch in diesem Fall ist es gleichgültig, welche Seite nun die Primär- und welche die Sekundärseite ist, ob also die Energie vom Hochspannungsnetz zum Niederspannungsnetz strömt oder umgekehrt.

Für das Zusammenarbeiten zweier Transformatoren sind damit alle Möglichkeiten erschöpft. Hat man verwickeltere Netze mit verschiedenen, parallel und hintereinander geschalteten Transformatoren, so kann man auch für diesen Fall leicht feststellen, ob ein Ausgleich stattfindet. Man geht von den letzten Ausläufern des Netzes aus und verfolgt die Magnetisierungsströme bis zu dem Punkt, an dem alle Transformatoren zusammenhängen. Den Oberwellengehalt der Magnetisierungsströme der Transformatoren addiert man unter Beachtung des Vorzeichens. Bei sterngeschalteten Wicklungen hat die fünfte Oberwelle ein positives Vorzeichen, die siebte ein negatives. Bei dreieck- oder zickzackgeschalteten Transformatoren dagegen ist das Vorzeichen bei der fünften Oberwelle negativ, bei der siebten positiv. Wird ein Magnetisierungsstrom durch einen vorgeschalteten Transformator hindurchgeleitet, so kehrt sich das Vorzeichen der fünften und siebten Oberwelle jedesmal beim Durchtritt durch eine

Digitized by Google

Dreieck- oder Zickzack-Wicklung um, bei Durchtritt durch eine sterngeschaltete Wicklung dagegen nicht. Wird z. B. der Magnetisierungsstrom eines sterngeschalteten Mittelspannungstransformators, der also eine positive fünfte und eine negative siebte Harmonische aufweist, durch einen vorgeschalteten Dreieck/Dreieck geschalteten Transformator aus dem Hochspannungsnetz bezogen, so ändern die Oberwellen bei Durchtritt in jeder Dreieckwicklung ihr Vorzeichen. Infolge des zweimaligen Vorzeichenwechsels gehört dann auf der Hochspannungsseite wieder das positive Vorzeichen zu der fünften und das negative zu der siebten Oberwelle des Mittelspannungs-Transformators. Zu addieren ist dann der Oberwellengehalt des Hochspannungstransformators, wobei wegen der Dreieckschaltung für die fünfte ein negatives, für die siebte ein positives Vorzeichen einzusetzen ist. In dieser Weise ist fortzufahren bis zur gemeinsamen Sammelschiene.

Transformator II Mittelspannung - Niederspannung: Vektorbild Ober- Unter- Spannung	Schaltgruppe	Transformator I Hochspannung - Mittelspannung: A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Δ Δ	A1		○			○		○			○		
⅄ ⅄	A2	○		○	○		○		○	○		○	○
Δ ⅄	A3		○			○		○			○		
Δ ∇	B1		○			○		○			○		
⅄ Y	B2	○		○	○		○		○	○		○	○
Δ Y	B3		○			○		○			○		
Δ ⊀	C1		○			○		○			○		
⅄ ◁	C2	○		○	○		○		○	○		○	○
⅄ ⅄	C3	○		○	○		○		○	○		○	○
Δ Y	D1		○			○		○			○		
⅄ ▷	D2	○		○	○		○		○	○		○	○
⅄ Y	D3	○		○	○		○		○	○		○	○

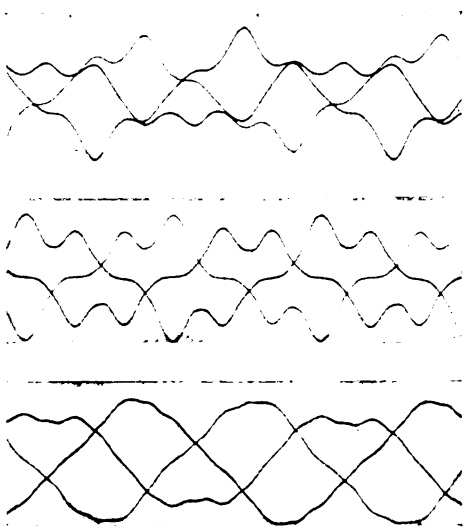
○ Oberwellenausgleich findet statt

□ Oberwellenausgleich findet nicht statt

Abb. 9. Zwei Transformatoren hintereinander.

In der angegebenen Weise gelingt es, für die große Zahl der kleinen Transformatoren einen Oberwellenausgleich zu schaffen, der keinerlei Kosten verursacht und keine Erhöhung der Leerlaufverluste und keine Erhöhung des Leerlaufstromes mit sich bringt. Es ist lediglich darauf zu achten, daß neu aufzustellende Transformatoren nach dem Gesichtspunkt des Oberwellenausgleiches ausgewählt werden. Jeder neu aufgestellte Transformator kann den Oberwellengehalt eines bereits vorhandenen gleich großen Transformators ausgleichen und so den Oberwellengehalt des Netzes verringern.

Einzelne Großtransformatoren, bei denen die Möglichkeit fehlt, durch andere Transformatoren für einen natürlichen Ausgleich zu sorgen, können nach dem gleichen Prinzip von Oberwellen befreit werden. Der naheliegende Gedanke, solche Großtransformatoren in zwei Einheiten der halben Leistung aufzuteilen, die dann in verschiedener Schaltung parallel geschaltet werden, läßt sich wegen der erheblichen Verteuerung und der Steigerung der Verluste häufig nicht durchführen. Man kann aber zu einem Transformator eine hochgesättigte Eisendrossel parallel schalten, die die Oberwellen für den Großtransformator liefert. An einem Beispiel soll gezeigt werden, daß dieses Verfahren technisch und wirtschaftlich durchführbar ist. Für den Versuch wurde ein 5000 kVA-Transformator benutzt. Den Magnetisierungsstrom dieses Transformators zeigt das Oszillogramm *9* in Abb. 10; er enthält in der ungünstigsten Phase 28 % dritte, 21 % fünfte, 8 % siebte Harmonische. Die Leerlaufverluste dieses Transformators betrugen 12 300 W. Zu diesem Transformator mit einem Gesamtgewicht von 16 400 kg wurde eine hochgesättigte Drossel parallel geschaltet, deren Gesamtgewicht nur 435 kg betrug. Den Magnetisierungsstrom dieser Drossel zeigt das Oszillogramm *10* in Abb. 10. Man



Osz. *9* Großtransformator in Sternschaltung

Osz. *10* Hochgesättigte Drossel in Dreieckschaltung

Osz. *11* Transformator und Drossel parallel

Abb. 10. Ausgleich durch hochgesättigte Drossel.

erkennt den starken Oberwellengehalt des Magnetisierungsstromes infolge der hohen Sättigung. Diese kleine Drossel, deren Gesamtverluste nur 2300 W, also noch nicht 20 % der Leerlaufverluste des Großtransformators sind und deren Preis gegenüber dem des 5000 kVA-Transformators nicht ins Gewicht fällt, ist in der Lage, den Magnetisierungsstrom von der fünften und siebten Oberwelle praktisch zu befreien, wie aus dem Oszillogramm *11* hervorgeht. Die Abweichungen des Stromes von der Sinusform in diesem Oszillogramm sind ganz entsprechend dem Oszillogramm *5* in Abb. 4 hauptsächlich auf die dritte Harmonische zurückzuführen.

Liegen zwischen den Transformatoren, die sich in ihren Oberwellen ausgleichen sollen, längere Leitungen, so werden diese Leitungen den Ausgleichvorgang stören. Der Einfluß der Leitungen auf die Oberwellen ist wesentlich größer als auf die Grundwelle, da sich sowohl die Wirkung der Leitungsinduktivität als auch der Einfluß der Leitungskapazität mit der Ordnungszahl der Oberwelle vergrößert. Zunächst möge der Spannungsabfall betrachtet werden, der dadurch entsteht, daß der verzerrte Magnetisierungsstrom des einzelnen Transformators bis zum gemeinsamen Speisepunkt fließen muß. Solange man von dem Fall der Resonanz des Leitungsstückes für die fünfte Oberwelle genügend weit entfernt ist — und dies ist, wie weiter unten gezeigt wird, ohnehin nötig —, wird der Spannungsabfall für einen Strom fünffacher Frequenz höchstens fünfmal so groß sein wie für die Grundwelle. Da nun die fünfte Oberwelle in praktischen Fällen etwa 20 % vom Magnetisierungsstrom beträgt, so wird der Spannungsabfall der fünften Harmonischen höchstens so groß wie der Grundwellenspannungsabfall des Magnetisierungsstromes. Da dieser aber wohl in allen Fällen vernachlässigbar ist, so kann auch die durch den Spannungsabfall der fünften Harmonischen verursachte Spannungsverzerrung vernachlässigt werden. Das Entsprechende gilt auch für die siebte Harmonische.

Durch den Einfluß der Leistungskapazität und der Selbstinduktion der Leitung ändert jedoch der Strom längs der Leitung seine Größe und durch den Einfluß des ohmschen Widerstandes auch seine Phase. Diese Änderungen

Digitized by Google

sind aber für die Oberwellen größer als für die Grundwelle. Der Ausgleich der Oberwellen des Magnetisierungsstromes wird also verschlechtert. Wenn man die Grenze bestimmen will, innerhalb der ein Ausgleich noch stattfindet, so muß man sich darüber klar werden, welche Restbeträge an fünfter und siebter Oberwelle zugelassen werden können. Ausgehend von VDE 0530, wonach eine Spannungskurve als praktisch sinusförmig anzusehen ist, wenn die Abweichung nicht mehr als 5 % ausmacht, wird man auch für den Magnetisierungsstrom eine fünfte und siebte Oberwelle von zusammen 5 % zulassen können. Wie bereits erwähnt, hat ein neuzeitlicher Transformator etwa 20 % fünfte Harmonische im Magnetisierungsstrom. Der Anteil der siebten beträgt bis zu 8 %. Bemißt man die Leitung so, daß die fünfte Harmonische nach dem Ausgleich noch 3 % beträgt, so bleibt für die siebte Oberwelle etwa 2 % übrig.

Es wurden nun verschiedene Leitungen üblicher Bauart durchgerechnet und die Leitungslängen bestimmt, für die die obigen Bedingungen eingehalten werden. Dabei zeigt sich zunächst, wie zu erwarten, ein großer Unterschied zwischen Freileitungen und Kabeln. Ferner ist der Einfluß des ohmschen Widerstandes groß, während der Einfluß der Spannung, für die die Leitung gebaut ist, nur gering ist. Die so berechneten zulässigen Leitungslängen zwischen zwei Transformatoren, die sich in ihren Oberwellen ausgleichen sollen, ergeben die Kurven der Abb. 11. Für Freileitungen ergibt sich für Spannungen von 6 kV bis 100 kV der gleiche Kurvenzug. Bei Kabeln wurden zwei Kurven, eine für 6 kV und eine für 60 kV, eingetragen. Man erkennt an den nahe beieinanderliegenden Kurven den geringen Einfluß der Spannung, für die das Kabel gebaut ist.

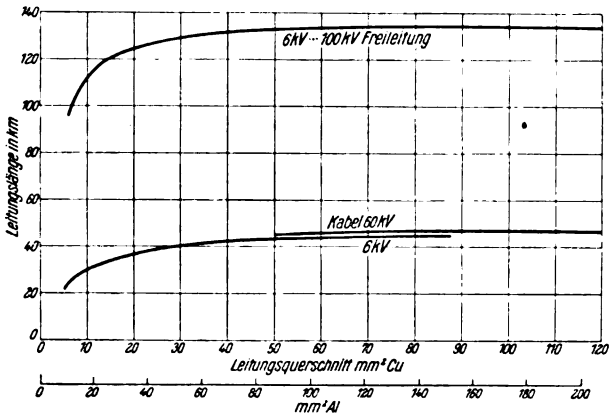


Abb. 11. Grenzentfernungen für Oberwellenausgleich.

Zum Schluß soll noch an einigen Versuchen der Einfluß eines Kabels gezeigt werden. Die Parallelschaltung zweier Gruppen von Transformatoren, drei Stück in Dreieck und drei Stück in Stern, wie sie im Oszillogramm *6* gezeigt wurde, erfolgte über ein künstliches Kabel. Bei dem ersten Versuch wurde ein Kabel von 39 km Länge bei einem Kupferquerschnitt von 25 mm² nachgebildet. Aus der Kurve der Abb. 11 ergibt sich, daß dies gerade die zulässige Länge ist. Den Magnetisierungsstrom der über dieses Kabel parallel geschalteten Transformatoren zeigt das Oszillogramm *13* in Abb. 12. An diesem Oszillogramm fällt zunächst eine Harmonische im Strom mit sehr hoher Ordnungszahl auf. Die Zerlegung ergibt, daß es sich hier um die 41. und 43. Oberwelle handelt. Diese Oberwellen haben mit den hier untersuchten Transformatoren nichts zu tun; sie sind vielmehr die Nutenharmonischen des benutzten Generators. Oszillogramm *12* in Abb. 12 zeigt die Leerlaufspannung der für alle Versuche verwendeten Maschine. Die Spannungskurve ist — worauf es hier ankommt — frei von allen Harmonischen niedriger Ordnungszahl, nur die 41. und 43., die Nutenharmonischen dieser Maschine, sind in der Leerlaufspannungskurve zu erkennen. Das Kabel mit seiner großen Kapazität stellt nun für diese Harmonischen praktisch einen Kurzschluß dar, so daß im Strom diese Oberwellen erscheinen. Sieht man jedoch von diesem Schönheitsfehler ab, so erkennt man im Oszillogramm *13*, daß im Vergleich zum Oszillogramm *6* die fünfte und siebte Harmonische bereits erkennbar werden. Eine Zerlegung ergibt für die fünfte 4 % und für die siebte 2 % des Effektivwertes. Es zeigt sich also, daß der oben angenommene Grenzwert von 5 % für die Summe der fünften und siebten Harmonischen etwa eingehalten wird.

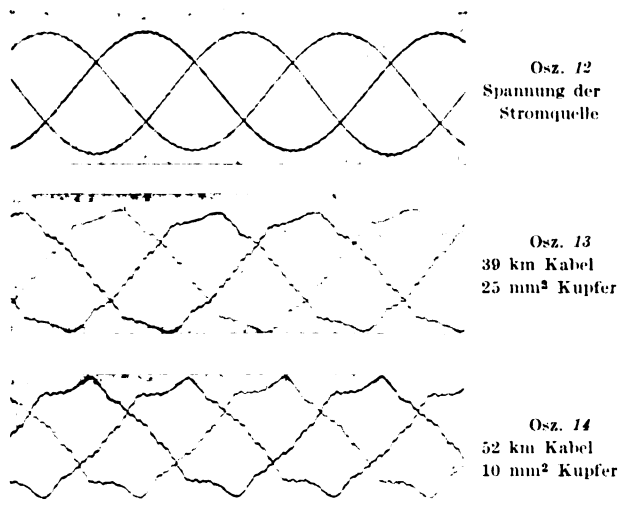


Abb. 12. Einfluß eines Verbindungskabels.

Oszillogramm *14* in Abb. 12 zeigt die Wirkung eines Kabels, das länger ist, als es nach Abb. 11 zulässig wäre. Für diesen Versuch wurde ein künstliches Kabel verwendet, das einer Länge von 52 km bei einem Kupferquerschnitt von 10 mm² entspricht. Da hier die fünfte Oberwelle bereits einen Wert von 10 %, die siebte 5 % des Effektivwertes erreicht, wird die von uns angenommene Grenze von 5 % bereits erheblich überschritten. Man sieht also, daß man die durch die Kurve der Abb. 11 gegebene Grenze einhalten muß, wenn ein genügender Ausgleich erfolgen soll. Die zulässigen Leitungslängen sind jedoch so groß, daß sie für praktische Fälle meist ausreichen werden.

Zusammenfassung.

In symmetrischen Drehstromnetzen kann eine dritte und neunte Harmonische nicht auftreten. Die Beseitigung der Unsymmetrie gelingt durch zyklisches Vertauschen der Anschlüsse der im Netz verteilten Transformatoren. Die fünfte und siebte Oberwelle kann durch Zusammenwirken von in Stern und in Dreieck geschalteten Transformatoren beseitigt werden. Die Abb. 7 bis 9 zeigen, unter welchen Umständen ein Ausgleich der Oberwellen stattfindet. An Oszillogrammen wird gezeigt, daß es durch diese beiden Maßnahmen gelingt, die Oberwellen im Magnetisierungsstrom einer Gruppe von 6 Transformatoren bis auf 1 % fünfte, 1 % siebte, 1 % elfte und 1 % dreizehnte Harmonische zu verringern. Der Magnetisierungsstrom einzelner Groß-Transformatoren kann durch besondere, hochgesättigte Drosselspulen von Oberwellen gereinigt werden. Zum Schluß wird der Einfluß längerer Leitungen zwischen den Transformatoren, die sich ausgleichen sollen, behandelt. Die Grenzentfernung, über die noch ein genügender Ausgleich stattfindet, ist aus Abb. 11 zu entnehmen. An einigen Oszillogrammen wird die Wirkung eines Kabels auf den Ausgleichvorgang gezeigt.

Digitized by Google

Akustische Meßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Messungen an Fernsprechern.

Von H. Panzerbieter, Berlin.

534.6 : 621.395

Übersicht. An Hand von Schaltbildern sollen die für die Entwicklung neuzeitlicher elektroakustischer Geräte notwendigen Meßverfahren dargestellt werden*).

Die Akustik, die noch bis vor wenigen Jahren ein Stiefkind der Technik gewesen ist, hat in immer steigendem Maße nicht nur die ihr ureigenen Gebiete der Übertragung von Sprache und Musik erobert, sondern ist als unumgänglich notwendige Randwissenschaft in große Gebiete der übrigen Technik eingedrungen, wie z. B. in das Baufach, wo es gilt Theater akustisch richtig aufzubauen, Räume und Stockwerke mit möglichst geringen Mitteln akustisch voneinander zu trennen, oder in das Gebiet des Kraftwagen- und Motorenbaues, wo sich dem Akustiker in der Minderung der nun einmal bei allen bewegten Maschinenteilen auftretenden Geräusche ein weites Tätigkeitsfeld aufgetan hat. Um die Fortschritte seiner Arbeiten objektiv beurteilen zu können, mußte sich der Akustiker Meßgeräte schaffen, deren Zahl entsprechend der Fülle der Aufgaben in den wenigen Jahren, auf die die technische Akustik heute zurückblickt, schon so stark angewachsen ist, daß sie sich nicht mehr in den Rahmen eines einzigen kurzen Aufsatzes zusammendrängen läßt. Deshalb soll hier nur über die Meßverfahren und Geräte berichtet werden, die bei der Entwicklung neuzeitlicher Mikrophone und Telephone eine Rolle spielen.

Für die Güte derartiger Geräte, die dazu dienen, die menschliche Sprache, Musik oder irgendwelche Klänge oder Geräusche naturgetreu aufzunehmen und wiederzugeben, sind zwei Dinge entscheidend, nämlich die Abhängigkeit des Übertragungsmaßes von der Frequenz und die nichtlinearen Verzerrungen. Das Übertragungsmaß ist dabei für einen Schallsender das Verhältnis des von ihm erzeugten Schalldruckes zu der angelegten Klemmenspannung, also [μb/V], beim Empfänger umgekehrt das Verhältnis der abgegebenen EMK zu dem auf ihn auftreffenden Schalldruck [mV/μb]. Das Übertragungsmaß in Abhängigkeit von der Frequenz gibt die linearen Verzerrungen eines elektroakustischen Umsetzers wieder. Die infolge der nicht geradlinigen Kennlinie insbesondere bei Mikrophonen und Lautsprechern auftretenden nichtlinearen Verzerrungen werden entsprechend den bei Röhren üblichen Größen angegeben. In der Fernsprechtechnik hat man außer den angeführten objektiven Maßen noch einige subjektive, wie die Sende- und Empfangsbezugsdämpfungen und die Verständlichkeit, auf die später näher eingegangen werden soll.

Eichung eines Druckmessers und Messungen in der Druckkammer.

Die Hauptaufgabe, die uns bei akustischen Messungen entgegentritt, ist die Messung des Schalldruckes[1])[2]). Dieser wird in $\mu b = 1\,\mathrm{dyn/cm^2}$ angegeben. Das entspricht etwa einer Millionstel Atmosphäre, somit werden also sehr empfindliche Druckmesser benötigt, z. B. ein Kondensatormikrophon. Die Eichung des Meßmikrophons muß, da uns von Natur aus keine Möglichkeit gegeben ist, so kleine Wechseldrücke zu messen, zunächst mit Gleichdruck vorgenommen werden. Erst nach Bestimmung der elektrischen Kraft, die einem auf die Membran wirkenden Gleichdruck äquivalent ist, kann mit Hilfe eines Kompensationsverfahrens das absolute Übertragungsmaß in Abhängigkeit von der Frequenz bestimmt werden.

In Abb. 1 ist eine Gleichdruckmessung dargestellt. Das Kondensatormikrophon liegt dabei als frequenzbestimmendes Glied im Schwingungskreis des Hochfrequenzgenerators *1*. Die durch Überlagerung der Frequenz dieses Generators *1* mit dem Generator *2* entstehende Tonfrequenz wird so eingeregelt, daß sie mit

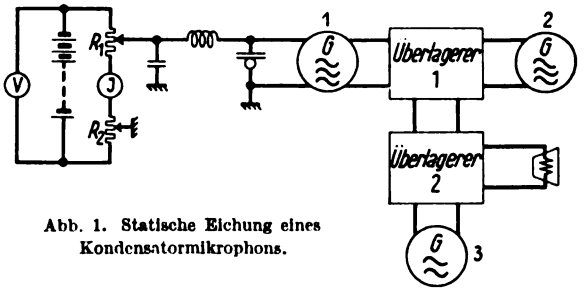


Abb. 1. Statische Eichung eines Kondensatormikrophons.

dem Tongenerator *3* fast übereinstimmt. Dann entstehen im Telephon Schwebungen. Bei Beginn der Messung liegt die gesamte Vorspannung V_0 am Kondensatormikrophon. Wird nun auf das Mikrophon ein Gleichdruck gegeben, so ändert sich seine Kapazität und damit die Überlagerungsfrequenz *1,2*, und es entsteht im Telephon, da diese Überlagerungsfrequenz nicht mehr gleich der des Generators *3* ist, ein Ton. Durch Verringerung der Vorspannung V_0 auf V_x wird nun die elektrische Anziehungskraft so weit verkleinert, bis sie zusammen mit der Kraft, die durch den auf die Membran wirkenden Gleichdruck gegeben ist, wieder gleich der am Anfang auf die Membran wirkenden elektrischen Kraft $V_0^2 F$ ist (F = Fläche der Membran). Da nun die Kapazität des Mikrophons wieder ihre alte Größe hat, entstehen im Telephon wieder Schwebungen. Es halten sich also die verringerte elektrische Kraft zusammen mit der Gleichdruckkraft und die bei Beginn der Messung vorhandene elektrische Kraft das Gleichgewicht:

$$F V_x^2 k + P F = F V_0^2 k .$$

Man erhält hieraus die sogenannte statische Konstante des Druckmeßmikrophons:

$$k = \frac{P}{V_0^2 - V_x^2} \text{ in } \frac{\mathrm{dyn/cm^2}}{\mathrm{V^2}}.$$

Die Gleichdruckgabe und Druckmessung geschieht mit Hilfe einer Toeplerschen Libelle.

Zur Messung des relativen Übertragungsmaßes in Abhängigkeit von der Frequenz wird ein Kompensationsverfahren nach Abb. 2 benutzt. Das Kondensatormikrophon sitzt hierbei zusammen mit einem Druckgeber, z. B. einem dynamischen Telephon, in einer Druckkammer. Es gilt hier die periodische elektrische Wechselkraft zwischen den beiden Elektroden des Kondensatormikrophons zu bestimmen, die dem von dem Druckgeber auf die Membran wirkenden Schalldruck äquivalent ist. Die von einem Schwebungssummer, dargestellt durch den festen und veränderlichen Generator G, kommende Tonfrequenz wird in zwei Zweige aufgeteilt. Die Spannung des einen läßt sich in der Amplitude (Amplituden-

*) Auszug aus dem Vortrag vor dem VDE Bezirk Berlin-Brandenburg (Fachgebiet Meßtechnik) am 4. 3. 1937.

[1]) E. Gerlach, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 3 (1923) S. 139.

[2]) C. A. Hartmann, Elektr. Nachr.-Techn. 3 (1926) S. 458; Z. techn. Phys. 10 (1929) S. 533; Elektr. Nachr.-Techn. 7 (1930) S. 100.

Digitized by Google

anker), die der anderen in Amplitude und Phase (Phasenanker) beliebig regeln. In Stellung *1* des Umschalters wird dem Druckgeber die Spannung des Amplitudenankers zugeführt, dem Kondensatormikrophon die des Phasenankers. Das Kondensatormikrophon liegt ähnlich wie bei der Gleichdruckmessung in einer Hochfrequenzschaltung. Entsprechend dem auf die Membran auf-

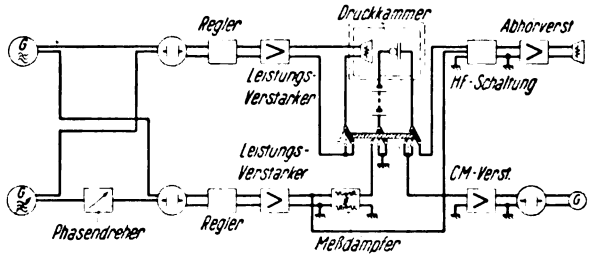


Abb. 2. Messung der Frequenzkurve eines Kondensatormikrophons in der Druckkammer.

treffenden Schalldruck des Druckgebers wird die Hochfrequenz durch die im Rhythmus des periodischen Schalldruckes wechselnde Kapazität des Kondensatormikrophons moduliert und kann hinter einem Abhörverstärker in einem Telephon abgehört werden. Die vom Phasenanker kommende Spannung wird nun so eingeregelt, daß ihre auf die Membran wirkende elektrische Kraft der Schalldruckkraft das Gleichgewicht hält, die Membran also stillsteht, wodurch im Abhörtelephon ein Minimum entsteht. Es ist also:

$$p \sin \omega t = k\ (V_0 + V_w \sin \omega t)^2.$$

Die elektrische Kraft setzt sich aus der konstanten Kraft $k V_0^2$ und dem Wechselanteil zusammen. Vernachlässigt man in diesem das quadratische Glied, da es sehr klein gegen $2 k V_0 V_w \sin \omega t$ ist, so ergibt sich:

$$P_0 \sin \omega t = 2 k V_0 V_w \sin \omega t.$$

Die Konstante k ist hierin identisch mit der aus der statischen Eichung gewonnenen, da in beiden Fällen die Membran vollkommen stillsteht. Das Verhältnis von Kompensationsspannung zu Schalldruck ist also:

$$\frac{V_w}{P} = \frac{1}{2 k V_0}.$$

Es muß nun noch das Verhältnis der notwendigen Kompensationsspannung zu der vom Mikrophon abgegebenen EMK bestimmt werden.

In Stellung *2* des Umschalters wird der Phasenanker vom Kondensatormikrophon abgeschaltet, so daß sich nun die Membran wieder entsprechend dem in der Kammer herrschenden Schalldruck bewegt. Die vom Mikrophon abgegebene EMK wird in einem Kondensatormikrophon-Verstärker verstärkt und an einem Galvanometer abgelesen. Um nun das Verhältnis der dem Schalldruck proportionalen Kompensationsspannung und der vom Mikrophon abgegebenen EMK zu bestimmen, wird in Stellung *3* des Umschalters die noch unverändert gebliebene Kompensationsspannung über einen Meßdämpfer auf das gleiche Galvanometer gegeben und so weit gedämpft, daß hier der gleiche Ausschlag wie bei der Messung der EMK entsteht. Das absolute Übertragungsmaß des Druckmessers ist dann:

$$\ddot{U} = \frac{1}{2 k V_0}\, e^{-b} \text{ in } \frac{\text{mV}}{\mu\text{b}}.$$

Das Verfahren hat gegenüber anderen den Vorteil, daß der Schalldruck unmittelbar an der Membran des Meßobjektes, nämlich durch Verwendung des zu messenden Mikrophons als Schalldruckmesser, festgestellt wird. Um stehende Wellen in der Druckkammer zu vermeiden, soll diese so klein wie möglich gehalten werden. Außerdem wird sie während der Messung mit Wasserstoff gefüllt, in dem bekanntlich die Schallwellenlänge rd. viermal so groß ist wie in Luft.

In Abb. 3 ist die gestrichelt gezeichnete Kurve eine solche Messung eines Kondensatormikrophons in der Druckkammer. Bei Verwendung im freien Schallfeld er-

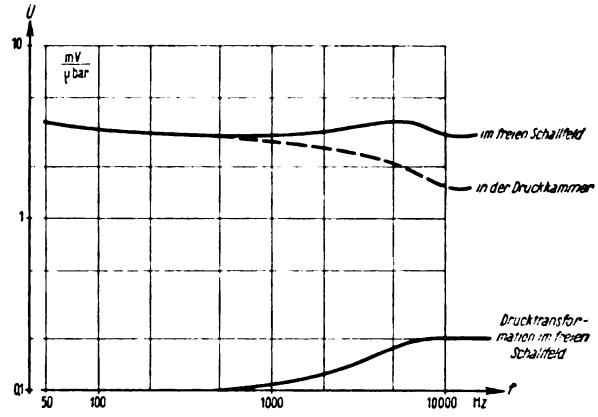


Abb. 3. Frequenzkurve eines Kondensatormikrophons.

gibt sich durch die Drucktransformation[3]), die durch die Größe des Mikrophons bedingt ist, die ausgezogene Kurve. Das Übertragungsmaß ist also fast unabhängig von der Frequenz im gesamten Gebiet des Hörschalls rd. 3 mV/µb.

In ähnlicher Weise können auch die Frequenzkurven von Fernsprechtelephonen, dynamischen Hörern usw. aufgenommen werden. Da uns hierbei ja ein geeichtes Kondensatormikrophon zur Verfügung steht, braucht nur die Messung in Stellung *1* des Umschalters durchgeführt und die zur Kompensation notwendige Spannung gemessen zu werden. Sie ergibt, falls man die dem Telephon zugeführte Spannung über das ganze Frequenzband konstant gehalten hat, zusammen mit dem bekannten Übertragungsmaß des Kondensatormikrophons sofort das absolute Übertragungsmaß des zu messenden Telephons in µb/V.

Messung der linearen Verzerrungen im freien Schallfeld.

Im Gegensatz zu den bisher besprochenen Druckkammermessungen werden viele elektroakustische Geräte im freien Schallfeld benutzt und müssen auch dementsprechend gemessen werden, da in der Druckkammer der

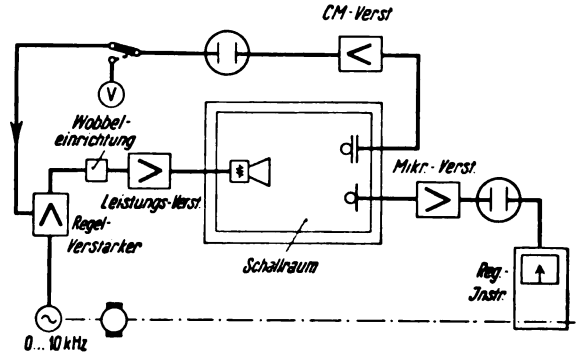


Abb. 4. Messung der linearen Verzerrungen eines Mikrophons im freien Schallfeld.

Einfluß akustischer Resonatoren, wie z. B. der Einsprache von Mikrophonen oder Lautsprechertrichtern, nicht erfaßt werden kann. Das freie Schallfeld wird dabei durch einen stark absorbierenden Raum angenähert. Die Messung ist, wie Abb. 4 zeigt, im wesentlichen ein Vergleich der Eigenschaften eines Kondensatormikrophons mit denen des zu messenden Schallempfängers[4]). Beide Mikrophone, die sich an äquivalenten Stellen des Schallfeldes befinden, werden von einem Lautsprecher betönt. Mit dem die Frequenz bestimmenden Kondensator des Summers ist dabei ein selbstaufzeichnendes Gerät gekuppelt, das die vom Mikrophon abgegebene EMK auf-

[3]) S. Ballantine, Phys. Rev. 32 (1928) S. 988.
[4]) C. A. Hartmann u. H. Jacoby, Elektr. Nachr.-Techn. 12 (1935) S. 163.

Digitized by Google

schreibt, so daß eine bestimmte Stelle des Papiers einer bestimmten Frequenz entspricht. Wegen der starken linearen Verzerrungen der heutigen Lautsprecher wird dabei durch Steuerung des Leistungsverstärkers mit Hilfe eines Regelverstärkers der Schalldruck über das ganze Frequenzband konstant gehalten. Bei der Messung von Fernsprechmikrophonen wird durch eine Wobbeleinrichtung die Amplitude des Schalldruckes im Rhythmus von etwa 5 Hz, ähnlich der menschlichen Sprache, geändert,

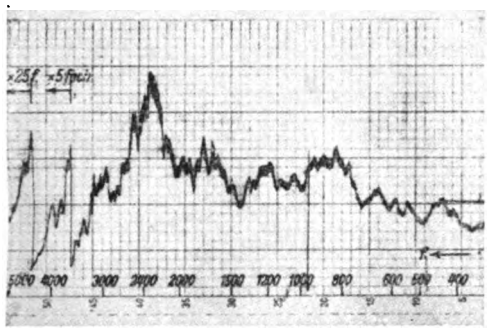


Abb. 5. Frequenzkurve eines Fernsprechmikrophons.

um das Zusammenbacken der losen Körnerfüllung zu verhindern. Eine so aufgenommene Frequenzkurve zeigt Abb. 5. In ähnlicher Weise kann auch die Frequenzkurve eines Lautsprechers aufgenommen werden, wenn das selbstaufzeichnende Gerät über Verstärker unmittelbar an ein in seiner Frequenzkurve bekanntes Kondensatormikrophon angeschaltet wird.

Messung der nichtlinearen Verzerrungen.

Für die Natürlichkeit der Übertragung sind neben einer geringen linearen Verzerrung auch geringe nichtlineare Verzerrungen der elektroakustischen Umsetzer

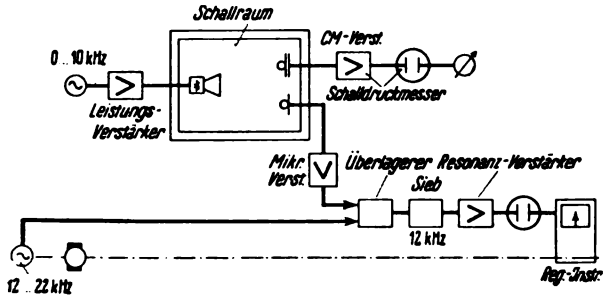


Abb. 6. Messung der nichtlinearen Verzerrungen eines Mikrophons mittels Suchtonanalyse.

wichtig. Eines der ersten Meßverfahren zur Bestimmung der Obertöne ist die von Gruetzmacher[5, 6]) angegebene Suchtonanalyse, die in Abb. 6 dargestellt ist. Hierbei wird das zu messende Mikrophon mit einer festen Frequenz, z. B. 1000 Hz betönt. Die vom Mikrophon abgegebene Spannung, bestehend aus 1000 Hz und den Obertönen, wird mit einer zweiten Spannung überlagert, deren Frequenz sich stetig von 12 bis 22 kHz verändert. In dem nachfolgenden sehr schmalen 12-kHz-Sieb wird nun aus dem Gemisch immer nur der Teil der vom Mikrophon abgegebenen Spannung herausgesiebt, der zusammen mit der Suchfrequenz die Differenzfrequenz von 12 kHz ergibt. Abb. 7 zeigt das Spektrum der von einem Kohlemikrophon abgegebenen Spannung, wenn dieses gleichzeitig mit 2 Tönen im Abstande von 50 Hz beschickt wird. In ähnlicher Weise können auch die nichtlinearen Verzerrungen eines Lautsprechers oder das Geräuschspektrum einer elektrischen Maschine aufgeschrieben werden.

Das Suchtonverfahren hat den Nachteil, daß man, um ein ausreichendes Bild von der Nichtlinearität eines Mikrophons zu bekommen, an mehreren Stellen des Frequenzbandes Messungen vornehmen muß. Ein von Braunmühl und Weber angegebenes Verfahren[7]) dagegen

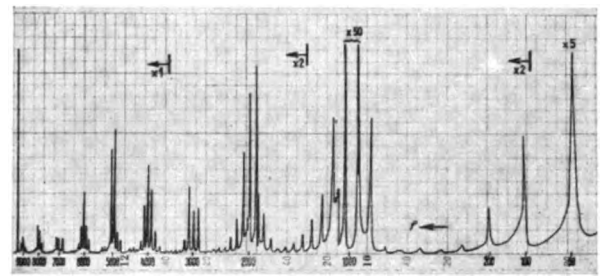


Abb. 7. Suchtonanalyse eines Fernsprechmikrophons.

gestattet, stetig über das ganze Frequenzband die Nichtlinearität zu messen. Wie aus der in Abb. 8 dargestellten Meßart hervorgeht, werden dabei fortlaufend über das ganze Frequenzband zwei Töne von konstantem Abstand, die durch Modulation einer gleitenden Frequenz mit einer festen, z. B. 50 Hz, entstehen, mit konstantem Schalldruck

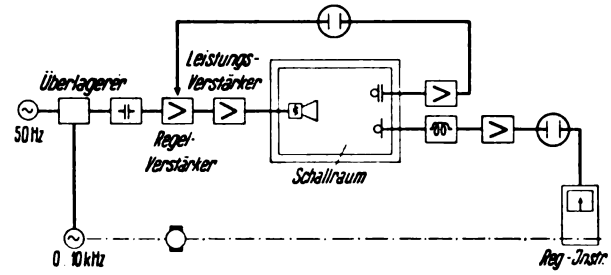


Abb. 8. Messung der nichtlinearen Verzerrung eines Mikrophons durch fortlaufende Registrierung des ersten Differenztons.

auf das Mikrophon gegeben. Aus der vom Mikrophon abgegebenen Spannung wird nun nur der infolge der Nichtlinearität entstehende erste Differenzton von 100 Hz durch den nachfolgenden Tiefpaß hindurchgelassen. Man erhält also ähnlich wie für lineare Verzerrungen hier eine Kurve für die nichtlineare Verzerrung in Abhängigkeit von der Frequenz. Abb. 9 zeigt die gesamte Einrichtung für Messungen im freien Schallfeld.

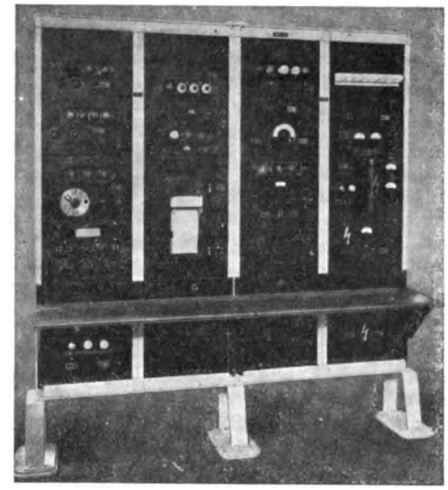


Abb. 9. Einrichtung für Messungen im freien Schallfeld.

Die bisher geschilderten genauen Meßverfahren für die Nichtlinearität reichen nun für die Messung an Kohlemikrophonen, wie sie ja unsere Fernsprechmikrophone

[5]) E. Meyer, Z. techn. Phys. 7 (1926) S. 609.
[6]) M. Gruetzmacher, Elektr. Nachr.-Techn. 4 (1927) S. 533.
[7]) H. J. v. Braunmühl, Z. techn. Phys. 15 (1934) S. 617.

Digitized by Google

alle sind, nicht aus, da hier außer den gesetzmäßig durch die Krümmung der Kennlinie gegebenen Verzerrungen noch unregelmäßige sprunghafte Verzerrungen auftreten, die ihre Ursache in einer mechanischen Übersteuerung der Grießstrecke haben. Wie Abb. 10[8]) zeigt, wird das zu untersuchende Mikrophon zusammen mit einem verzerrungsfreien Kondensatormikrophon in einer Druckkammer

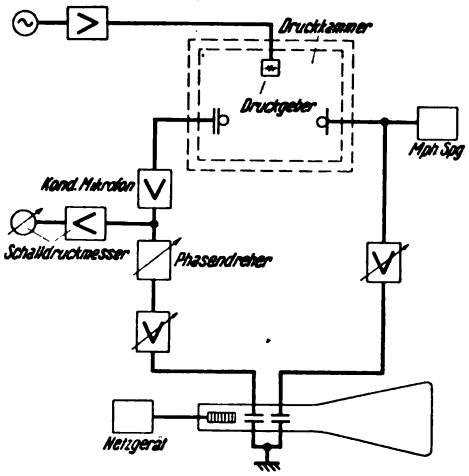


Abb. 10. Aufnahme der Kennlinien eines Mikrophons mit der Braunschen Röhre.

betönt; die von den Mikrophonen abgegebene Spannung wird über Verstärker an je ein Plattenpaar einer Braunschen Röhre gegeben. In dem vom Kondensatormikrophon kommenden Zweig ist ein Phasendreher eingeschaltet, mit dem man die Phase zwischen der EMK des Kohlemikrophons und der des Kondensatormikrophons so einstellen kann, daß auf dem Schirm der Braunschen Röhre

[8]) Derartige Messungen wurden in Deutschland zuerst durch P. R. Braun durchgeführt.

eine Gerade unter 45° entsteht. In Abb. 11 sind Aufnahmen eines heute allgemein gebräuchlichen Fernsprechmikrophons in Abhängigkeit von der Lage der Mikrophonmembran im Raum und vom Schalldruck wiedergegeben. Die Kurven stellen die Kennlinien des Mikrophons dar, nämlich die EMK in Abhängigkeit vom Schalldruck, da

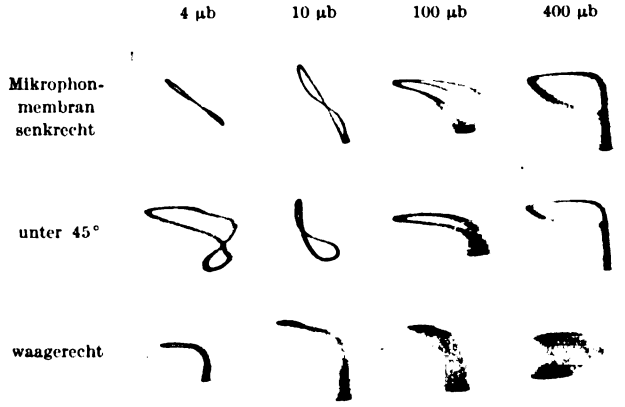


Abb. 11. Kennlinien eines Fernsprechmikrophons.

ihre horizontale Achse durch die Kondensatormikrophonspannung, also eine dem Schalldruck proportionale Größe gebildet wird. Während bei kleinen Schalldrucken von 4 bis 10 µb und vertikaler bis schräger Lage des Mikrophons die Kennlinie eine Krümmung aufweist, die man auch nach den üblichen Verfahren der Messung des Klirrfaktors oder des Differenztones ermitteln könnte, zeigen die Bilder bei größeren Neigungen und Schalldrücken Verzerrungen sprunghafter Natur, die auf nicht mehr elastische Verformungen innerhalb der Grießstrecke zurückgehen. *(Schluß folgt.)*

Reibungselektrizität in Gebäuden unter besonderer Berücksichtigung von Zündfunken in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen.

Von W. Starck VDE und H. Gross VDE, Berlin.

537 . 221 : 614 . 83

Übersicht. Verschiedene Fälle werden aufgeführt, in denen bei trockenem Klima elektrostatische Aufladungen von Personen und metallenen Gegenständen zu Funkenentladungen führen. Diese gelegentlich mit Schreckwirkungen verbundenen, sonst aber ungefährlichen Entladungen können z. B. durch Klimaregelung, Erdung metallener Gegenstände oder Änderung des Fußbodenbelages behoben werden. Solche Entladungsfunken können dagegen, falls sie in der Nähe explosibler Gasgemische oder leicht entzündbarer Stoffe auftreten, ebenso wie Schaltfunken, zu schweren Personen- und Sachschäden Anlaß geben, wenn nicht geeignete Maßnahmen zu ihrer Verhütung getroffen werden. An Hand verschiedener Beispiele wird über die Auswirkung von Zündfunken in gewerblichen Betrieben sowie über erforderliche Schutzmaßnahmen berichtet.

Daß im täglichen Leben nicht nur auf maschinellem Wege oder mittels galvanischer Elemente, sondern auch durch den Menschen selbst, sobald er sich in Bewegung befindet, ständig Elektrizität erzeugt wird, kommt uns im allgemeinen nicht zum Bewußtsein. Erst wenn Reibungs- oder statische Elektrizität physiologisch auf uns einwirkt, wie dies z. B. beim Kämmen trockener Haare geschieht, werden wir aufmerksam. Reibungselektrizität macht sich aber auch in weniger harmloser Weise bemerkbar, wenn durch das Auftreten von Funken z. B. Brände oder Explosionen in feuer- und explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen hervorgerufen werden.

Über einige bemerkenswerte Fälle, in denen für die Erzeugung von Reibungselektrizität besonders günstige Umstände vorlagen, sowie über Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen soll hier berichtet werden.

1. In einem Berliner Kaufhaus für Seidenwaren wurde beobachtet, daß Gefolgschaft und Kunden elektrische Schläge bei der Berührung des Ladentisches erhielten. Die Untersuchung ergab folgendes: Der obere Teil eines mehrere Meter langen Ladentisches war als Schaukasten ausgebildet, dessen Seiten und obere Abdeckung aus Glasplatten bestand. Diese Glasplatten waren durch einen Winkelrahmen aus Messing zusammengehalten. Beim Abwickeln von Seidenstoffballen lud sich der Rahmen des Glaskastens mit Reibungselektrizität auf. Berührten nun Personen den Rahmen, so bekamen sie einen kräftigen Schlag, wobei jedesmal ein größerer Funke auftrat. Durch leitende Verbindung des Metallrahmens mit der in der Nähe befindlichen Wasserleitung konnte Abhilfe geschaffen werden.

2. Ein Elektromotor in einem Fabrikraum, in dem Zellhorn (Zelluloid) verarbeitet wurde, stand auf alten, öligen Holzbalken und arbeitete über einen Ledertreibriemen auf eine Transmissionsscheibe aus Holz. Durch den Schlupf des Treibriemens bzw. durch die Reibung des Riemens an der Luft wurde der Motor derart mit Reibungselektrizität aufgeladen, daß Funken von beträchtlicher Länge gezogen werden konnten. Da es sich um einen feuergefährdeten Betrieb

Digitized by Google

handelte, war rascheste Abhilfe nötig, die dadurch erreicht wurde, daß das Gehäuse des Motors über die Wasserleitung geerdet wurde[1]).

Bei Gegenständen, die ihren Standort nicht wechseln, ist, wie in den vorerwähnten Fällen, die Ableitung auftretender Reibungselektrizität verhältnismäßig einfach, da lediglich eine Verbindung mit Erde über Wasserleitung, Zentralheizungskörper, Eisengerüst des Gebäudes, Rohrerder usw. hergestellt zu werden braucht.

Erwähnenswert ist ein Verfahren zur Ableitung von statischer Elektrizität mittels kleiner Gasflämmchen[2]).

3. Eine amerikanische Konfektfabrik benötigte täglich fast eine Million kleiner Bezeichnungsschilder, die auf einer Spezialmaschine gedruckt, gummiert und beschnitten wurden. Beim Durchlaufen des Papiers durch die Druckpresse lud sich dasselbe statisch auf, und die einzelnen Papierstückchen hafteten so fest an der Schneidemaschine, daß dadurch der ganze Arbeitsvorgang behindert wurde. Um dies zu vermeiden, hat man die Papierbahnen nach dem Verlassen der Presse über kleine Gasflämmchen geführt, wodurch die Elektrizität abgeleitet und gleichzeitig eine Trocknung des Druckes bewirkt wurde. Die Ableitung der statischen Elektrizität hätte man natürlich auch dadurch erreichen können, daß man die Maschine gut geerdet und das Papier über eine geerdete Metallbürste hätte laufen lassen.

Schwieriger gestalten sich die Verhältnisse, wenn Personen oder ortsveränderliche Gegenstände aufgeladen werden.

4 a. In einer größeren Berliner Wohnung, in der einige Räume für Bürozwecke eingerichtet waren, machte man die Beobachtung, daß Personen, die den Fernsprecher berührten, empfindliche elektrische Schläge erhielten. Das gleiche war der Fall, wenn das Personal beliebige andere metallene Gegenstände, wie eine Stehlampe, Zentralheizungskörper, den Geldschrank usw. berührte. Die Räume, in denen diese Erscheinungen auftraten, waren mit dicken wollenen Teppichen ausgelegt. Ein Überschreiten dieses Fußbodenbelages genügte, um Aufladungen bis zu 14 kV, die mit einem statischen Spannungsmesser gemessen wurden, hervorzurufen. Diese Aufladungen waren bei den einzelnen Personen verschieden. Sie waren abhängig vom Schuhzeug, von der Kleidung sowie sonstigen nicht nachweisbaren Umständen, hauptsächlich aber von der Beschaffenheit des Fußbodenbelages. Sie zeigten sich besonders stark im Winter beim Betrieb der Zentralheizung und wenn die Räume längere Zeit nicht gelüftet waren. Nachdem man den Feuchtigkeitsgehalt der Luft versuchsweise mittels Zerstäubers erhöht hatte, hörten die Aufladungserscheinungen fast restlos auf; sie konnten jedenfalls trotz aller Bemühungen auch von den „begabtesten" Personen nicht wieder hervorgerufen werden.

4 b. Ähnliche Verhältnisse lagen in einem Berliner Bekleidungshause vor, in dem die weibliche Kundschaft sich häufig darüber beklagte, daß sie beim Anprobieren von seidenen oder mit Pelz besetzten Kleidern von den Angestellten mit Nadeln gestochen würde. Es stellte sich dann aber heraus, daß es sich auch in diesem Falle lediglich um statische Ladungen gehandelt hatte, die im wesentlichen durch die Bewegung auf einem dicken reinwollenen Teppich hervorgerufen wurden, wobei auch Entladungen an einem metallenen Treppengeländer beobachtet worden sind. Anfangs waren die Geschäftsinhaber der Meinung, daß Mängel in der Starkstromanlage die Ursache der „Elektrisierung des Treppengeländers" seien. Die Erscheinungen traten aber auch auf, als alle Stromzuführungen nach dem betreffenden Grundstück unterbrochen waren.

4 c. Ein Parallelfall hierzu wurde in einem Ministerialdienstgebäude beobachtet, in dem ebenfalls nach dem eisernen Treppengeländer hin und an den Metallteilen von Staubsaugern, auch wenn diese nicht mit dem Lichtleitungsnetz verbunden waren, statische Entladungen beobachtet wurden. Auch hier wurden die Aufladungen lediglich durch Bewegung von Personen auf einem guten Wollplüschteppich hervorgerufen. Der Versuch, die Aufladungen durch Anordnung einer Metallfolie unter dem Teppich zu verhüten oder herabzusetzen, hatte, wie vorauszusehen war, negativen Erfolg; die Aufladungen wurden durch diese Maßnahme sogar noch verstärkt.

5. In einem Berliner Krankenhaus, dessen Fußboden mit Linoleum belegt ist, luden sich mit Gummirollen versehene, fahrbare eiserne Tragbahren mit Reibungselektrizität auf. Beim Berühren der Tragbahren oder der auf denselben ruhenden Patienten traten elektrische Entladungen auf, durch die das Personal und die Patienten wiederholt erschreckt wurden. Ähnliche Erscheinungen wurden an Stühlen aus Stahlrohr beobachtet, deren Füße zur Schonung des Linoleums mit Gummipolstern versehen waren. Mit Rücksicht auf die Nervosität der Patienten war hier — insbesondere an den fahrbaren Tragbahren — Abhilfe erwünscht, weil an ihnen die Aufladungen in stärkerem Ausmaße beobachtet wurden. Versuchsweise wurden zum Studium der Vorgänge Aufladungen dadurch hervorgerufen, daß man auf den Tragbahren im täglichen Betrieb benutzte Gummidecken auslegte und mit Wolltüchern rieb. Mit Hilfe eines statischen Spannungsmessers wurden hierbei Spannungen von 6 bis 7 kV festgestellt. Diese Aufladungen verloren sich erst ganz allmählich. Beim Berühren der metallenen Gestelle traten bemerkenswerte Funken auf. Eine Abhilfe konnte dadurch geschaffen werden, daß in der Mitte der eisernen Fahrgestelle Metallketten angebracht wurden, die in einer Länge von ungefähr 20 cm auf dem Fußboden schleiften. Dadurch wurde eine verhältnismäßig schnelle Entladung erzielt. Zur Verhütung einer statischen Aufladung könnte man den isolierenden Gummi an den Rollen der Fahrgestelle sowie die isolierenden Gummipolster an den Füßen der eisernen Stühle auch durch „leitendes Gummi", wie dies neuerdings z. B. als Fußbodenbelag Verwendung findet, ersetzen. Damit würde jedenfalls eine wesentliche Herabsetzung der Ladungsspannung erzielt werden. Aus psychologischen Gründen wurde das Personal des Krankenhauses darüber unterrichtet, daß diese Elektrisierungserscheinungen harmloser Art seien, und daß es sich empfiehlt, die Gestelle zum Zwecke der Entladung möglichst regelmäßig zu berühren, damit Entladungen über die Patienten vermieden werden.

Ein weiteres Hilfsmittel zur Verhütung statischer Aufladungen ist, wie bereits im Falle 4 a angedeutet, eine Änderung des Klimas in den betreffenden Räumen. Bei einer relativen Feuchtigkeit der Luft von etwa 65 % und darüber treten die Aufladungserscheinungen in wesentlich schwächerem Maße oder praktsich nicht mehr feststellbar auf. Bei hoher Lufttrockenheit — insbesondere also im Winter — werden statische Aufladungen dagegen in verstärktem Maße hervorgerufen. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft läßt sich einmal durch besondere Klimaanlagen, anderseits durch Aufstellung von Pflanzen, Wasserverdunster an den Heizkörpern, Wasserzerstäuber und ähnliche Hilfsmittel regeln.

Die in den oben geschilderten Fällen aufgetretenen elektrischen Funken sind, soweit es sich um physiologische Wirkungen handelt, harmloser Art. Unter bestimmten Voraussetzungen können solche Funken jedoch unangenehme Folgeerscheinungen hervorrufen, falls sie in Räumen auftreten, in denen explosionsgefährliche Dämpfe, Gase oder Gasluftgemische vorhanden sind. Explosionsgefahr liegt vor, sobald mit Äther, Benzin, Alkohol oder ähnlichen Flüssigkeiten hantiert wird, deren Dämpfe in einem bestimmten Mischungsverhältnis mit der Luft hochexplosiblen Charakter annehmen können. Bei ihnen genügt ein durch Reibungselektrizität hervorgerufener Funke zur Zündung des Gasgemisches. Über ein solches Vorkommnis sei hier berichtet[3]).

6. In einem Drahtwerk wurde zu Beginn 1934 mittels einer gewöhnlichen Flügelpumpe Benzin von einem Faß in einen Eimer, der auf dem Boden stand, gepumpt. Ein Arbeiter wusch seine mit grüner Gummilösung beschmutzten Hände in dem im Eimer befindlichen Benzin. Gleich anschließend daran reinigte sich ein Vorarbeiter seine mit Maschinenschmiere beschmutzten Hände, indem er sie zunächst kurz in Benzin ohne Lappen abrieb. Er ergriff dann den von dem Arbeitskameraden benutzten, im Benzin liegenden Lappen und rieb sich im Benzin die Hände mit dem Lappen ab. Kaum hatte er die Reinigung mit dem Lappen außerhalb des Benzins fortgesetzt, als im selben Augenblick der Lappen Feuer fing. Das Feuer griff auf den Eimer über, und bei dem Versuch, den Vorarbeiter ins Freie zu bringen,

[1]) „Riemen-Elektrizität als Brandstifter", Z. Steinbruchs-Berufsgenossenschaft (1931) S. 177.

[2]) Techn. Mbl. Gasverwendg. (1936) H. 10.

[3]) Gußmann, Die Berufsgenossenschaft (1935) H. 3, S. 51.

Digitized by Google

zog sich der Arbeiter Verbrennungen zu, an denen er gestorben ist. Auf Grund von Erfahrungen und Versuchsergebnissen ist der Unfall wie folgt zu deuten: Der mit Benzin gefüllte Eimer stand auf einem Fußboden, der gut isolierte. Das Benzin war durch die Gummilösung verschmutzt und dadurch elektrisch besonders erregbar, um so mehr, als die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse für eine starke elektrische Erregung äußerst günstig waren. Als nach dem Waschen im Benzin der Vorarbeiter den im Benzin liegenden Lappen aus dem Eimer herauszog, trat eine Trennung der elektrischen Ladung auf. Das Benzin lud sich stark positiv auf, da es durch die Gummilösung verschmutzt war. Eine gleich große Ladung mit negativem Vorzeichen saß am Lappen. Es ist anzunehmen, daß die Haut des Arbeiters durch Öl oder auch durch Hornhaut isolierte. Der Lappen entlud sich nun beim Abreiben der Hand außerhalb des Benzins über eine leitende Stelle der Hand (Ring, Metallspänchen oder auch Haut). Der Übergang fand durch einen Funken statt, da zwischen Körper und Lappen eine erhebliche Potentialdifferenz vorhanden war, die in der Aufladung des Lappens ihren Grund hatte.

Interessant in diesem Zusammenhang ist die Beobachtung, daß von 16 Unfällen 15 in der Zeit von Oktober bis März, also im Winterhalbjahr, und nur einer im Mai aufgetreten war. Das ist darin begründet, daß im Sommer die Feuchtigkeit in den Räumen bedeutend größer ist als im Winter. Weiterhin beachtlich ist, daß wiederholt — insbesondere bei Wolle und Seide in Benzin — Entzündungen beobachtet worden sind, wenn Benzin oder ähnliche elektrisch erregbare Flüssigkeiten in Rohrleitungen fließen. Aber auch sonst tritt statische Elektrizität auf. Dies geschieht hauptsächlich beim Füllen von metallenen Behältern für solche brennbaren Flüssigkeiten.

Auch in der Gummi- und Kunstlederindustrie hat die Bildung von Reibungselektrizität beim Bestreichen von Stoffbahnen mit benzinhaltiger Masse zu schweren Explosionen Anlaß gegeben. In solchen Betrieben wird neben der Erdung der metallenen Maschinenteile über der Stoffbahn vielfach eine Ableitungsvorrichtung angebracht, bei der die Spitzen von Metallbürsten oder Kämmen bis fast auf die Gummischicht hinabreichen.

7. In einer schlesischen Kunstlederfabrik ist eine schwere Explosion durch Entladung statischer Elektrizität verursacht worden. Im Fabrikationsgange wurde hier am Ende des Kunstledergewebes ein Tuch angeheftet und durch die Maschine mit hindurchgezogen. Vor der Explosion erfolgte das Anheften des Tuches durch Einziehen eines Stahldrahtes, der beim Schleifen auf der Unterlage infolge Entladung angesammelter statischer Elektrizität zur Funkenbildung geführt hatte. Nachdem man den Stahldraht durch Hanfschnur ersetzt hatte, ist keine Störung im Betrieb mehr eingetreten[4]).

Um Unfälle der geschilderten Art zu verhüten, sind folgende Sicherheitsmaßnahmen zu beachten, die meistens auch Gegenstand gewerbepolizeilicher Anordnungen sind:

a) Pumpen, Rohrleitungen und Schläuche aus Metall zur Förderung feuergefährlicher Flüssigkeiten sowie vorgeschaltete Metallsiebe müssen geerdet werden.

b) Ausschließlich sind gut leitende Gefäße und Geräte aus Metall zu verwenden, die zur Ableitung statischer Aufladungen zu erden sind.

c) Der Boden von Räumen, in denen Arbeiten mit feuergefährdeten Stoffen ausgeführt werden, ist möglichst gut leitend auszuführen, da ein gut isolierender Fußboden (vgl. S. 739) das Zustandekommen elektrostatischer Aufladungen z. B. von Personen naturgemäß begünstigt.

d) Die zum Schutz gegen Erdfeuchtigkeit mit Teer und Jute isolierten unterirdischen metallenen Behälter für brennbare Flüssigkeiten müssen sorgfältig geerdet werden.

e) Beim Hantieren mit Benzin oder ähnlichen leicht entzündlichen Flüssigkeiten darf Wolle und Seide beim Herstellungsgange usw. nicht zur Verwendung kommen, da diese Stoffe, in Benzin oder ähnlichen Flüssigkeiten bewegt, die Bildung statischer Elektrizität besonders begünstigen.

In chemischen Wäschereien, in denen Wolle und Seide in Benzin gereinigt werden, müssen Maschinen, Geräte, Spülgefäße usw. gut geerdet werden; auch Metallteile an hölzernen Innentrommeln usw. sind dabei sorgfältig zu erden. Darüber hinaus ist dem Benzin ein seine Leitfähigkeit förderndes Mittel, z. B. „Richterol" — das ist eine wasserfreie ölsaure Magnesia — oder sogenannte Benzinseife zuzusetzen.

f) Die Installation elektrischer Beleuchtungskörper, Maschinen, Schalter, Steckdosen usw. muß außerhalb der in Frage kommenden gefährdeten Räume erfolgen, wenn die Installationsgeräte nicht den besonderen Vorschriften für explosionsgefährdete Betriebsstätten und Lagerräume VDE 0165/1935 entsprechen. So wird man z. B. Außenbeleuchtung hinter dicht schließenden nicht zum Öffnen eingerichteten Fenstern anordnen, falls die so installierten Räume mit den gefährdeten Räumen nicht durch Türen, Fenster usw. in unmittelbarer Verbindung stehen. So können auch Antriebsmotoren außerhalb der gefährdeten Räume aufgestellt werden, wenn die Antriebswelle genügend sorgfältig abgedichtet durch die Wand hindurchgeführt wird.

Aus diesen Vorschriften und Regeln ist ersichtlich, daß die zu treffenden Schutzmaßnahmen immer von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen und den besonderen Umständen, unter denen eine Explosionsgefahr zustande kommen kann, abhängen. Im Zusammenhange mit dem Vorhergesagten sei an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, daß auf Veranlassung des VDE Untersuchungen darüber angestellt worden sind, inwieweit die Spannung von Zünd-(Schalt-)funken und die Entzündbarkeit von explosiblen Benzin-Benzol-Dampf-Luft-Gemischen von Einfluß ist. Dabei hat sich gezeigt, daß solche explosiblen Gemische durch Funken beim Ein- und Ausschalten von Glühlampen nicht gezündet werden, wenn als Spannungsquelle kleine Taschenlampen-Trockenbatterien geringer Spannung (von etwa 3,5 V) verwendet werden und die Schaltkontakte nicht aus Stahl bestehen. Durch den glühenden Faden einer Glühlampe (3 V und 0,75 W) können dagegen explosible Gemische gezündet werden. Ebenso kann dann ein Gemisch gezündet werden, wenn ein Kurzschluß der Batterie über ein Spänchen etwa von der Dicke des Glühfadens der Glühlampe erfolgt, oder wenn sich in dem Stromkreis der Batterie eine genügend hohe Selbstinduktion befindet. Für Batterien mit größeren Kurzschlußströmen als bei den vorgenannten Taschenlampenbatterien können bei Kurzschlüssen oder beim Ein- und Ausschalten von Glühlampen usw. unter Umständen zündfähige Funken entstehen. Daraufhin ist in den Leitsätzen für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen VDE 0165/1935, § 17, festgelegt worden, daß Faßausleuchter als ortsveränderliche Geräte zulässig sind, wenn sie mit Taschenlampenbatterien geringer Spannung (etwa 3,5 V) versehen sind, bei denen eine Zündung nicht möglich ist. Hieraus geht hervor, daß die Entzündbarkeit explosibler Gas- und Dampf-Luft-Gemische von der Spannung der Zünd-(Schalt-)funken abhängig ist und daß bei diesen Funken, wie sie im Anschluß an Taschenlampenbatterien im allgemeinen auftreten, mit einer Explosionsgefahr nicht zu rechnen ist.

Zusammenfassung.

Das Auftreten von Reibungselektrizität ist in der weitaus größten Zahl der Fälle, mit Ausnahme in explosionsgefährdeten Räumen, nur harmloser Natur. Handelt es sich um ortsfeste metallene Gegenstände, die sich aufladen, so ist der einfachste Schutz die Ableitung durch eine gut leitende Verbindung mit der Erde. Um das Entstehen einer Aufladung ortsveränderlicher Gegenstände und Menschen mit Reibungselektrizität von vornherein zu verhüten, muß für ausreichende Lüftung und Luftfeuchtigkeit in den betreffenden Räumen gesorgt werden, oder es müssen die vorerwähnten Maßnahmen, wie Metallketten, Metallbürsten oder elektrisch leitender Gummi — z. B. als Fußbodenbelag — Verwendung finden. In explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen

[4]) „Statische Elektrizität als Ursache von Bränden und Explosionen in gewerblichen Betrieben", Z. Gewerbehygiene und Unfallverhütung (1924) S. 52.

Digitized by Google

sind entsprechend den Bestimmungen der Gewerbeaufsichtsämter die unter a bis f mitgeteilten Maßnahmen zu treffen. Für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen sind die Leitsätze des VDE 0165/1935 maßgebend. Nach den hier geschilderten Unfällen muß sich jeder Installateur elektrischer Anlagen darüber im klaren sein, welche unberechenbaren Personen- und Sachschäden die Nichtbeachtung der einschlägigen Bestimmungen zur Folge haben kann.

Gütesteigerung von Stromwandlern.

Von **Max Erich** VDE, Berlin.

621. 314. 224. 08. 004. 15

Übersicht. Meßleistung, Meßgenauigkeit und Kurzschlußfestigkeit der Stromwandler werden unter dem allgemeinen Begriff „Kennleistung" zusammengefaßt. Durch Anwendung der Gegenmagnetisierung und von Sondereisen läßt sich die Kennleistung der heutigen Baugrößen den stetig wachsenden Anforderungen an die Stromwandler anpassen. Eine neuartige Darstellung in Polarkoordinaten vermittelt ein Bild über die magnetischen und elektrischen Verhältnisse eines Stromwandlers mit Gegenmagnetisierung.

1. Allgemeines.

Durch die Fortentwicklung der Meßgeräte und durch die Anwendung neuer Meßverfahren steigen in noch stärkerem Maße die Anforderungen an die Stromwandler in bezug auf Meßleistung und Genauigkeit. Weiterhin sind mit dem Zusammenschluß großer Netze und durch den Ausbau der Industrieanlagen die Kurzschlußströme stark angewachsen. Eine thermische Kurzschlußfestigkeit der Wandler von 50- bis 60fachem Nennstrom, wie sie vor einigen Jahren noch üblich war, reicht heute in vielen Fällen bei weitem nicht mehr aus. Deshalb ging man dazu über, allgemein die Kurzschlußfestigkeit auf den 100- bis 200fachen Nennstrom 1 s lang zu erhöhen. Größere Festigkeiten bis zum 1000fachen Nennstrom 1 s lang werden nicht selten verlangt. Bei Erhöhung der Nenn-Amperewindungszahl $I_n w_1$ dürfen bei gleicher Genauigkeit g die Magnetisierungs-Amperewindungen AW_0, die die Strom- und Winkelfehler bestimmen, im selben Maße steigen. Da in erster Annäherung die Induktion B proportional AW_0 ist, so wächst bei konstanter sekundärer Windungszahl die EMK linear und damit die Meßleistung M quadratisch an.

Nun ist der mögliche Wicklungsquerschnitt bei einer bestimmten Wandlerbauform eine konstante Größe. Wird daher die Nenn-Amperewindungszahl bzw. die primäre Windungszahl w_1 bei konstantem Nennstrom erhöht, so verringert sich im umgekehrten Verhältnis der Leiterquerschnitt. Da sich die thermische Kurzschlußfestigkeit n_T nach VDE 0414/1932 aus der während 1 s höchstzulässigen Kurzschlußstromdichte von 180 A/mm² errechnen läßt, so geht n_T[1]) mit dem Leiterquerschnitt linear zurück. Die Erhöhung der Windungszahl hat zwar ein quadratisches Anwachsen der Meßleistung zur Folge, sie ist jedoch mit einer linearen Verminderung der Kurzschlußfestigkeit verknüpft. Bei gleichen Eigenschaften der Wandler ist das Produkt $M n_T^2$ eine konstante Größe.

Durch Herabsetzung der angeschlossenen Bürde kann man eine Steigerung der Meßgenauigkeit g[2]) erreichen; denn der prozentuale Anteil der Magnetisierungs-Amperewindungen AW_0 geht angenähert proportional mit der EMK bzw. der angeschlossenen Bürde zurück. Bei gleicher Kurzschlußfestigkeit ist das Produkt Meßleistung mal Genauigkeit $(M \cdot g)$ eine konstante Größe. Genau stimmt dieses Gesetz infolge der Krümmung der Magnetisierungskurve nicht. Diese Tatsache äußert sich in der Praxis beispielsweise darin, daß ein Wandler mit einer Nennleistung von a VA in Klasse 1 nicht ohne weiteres $3a$ VA in Klasse 3 leistet, selbst dann nicht, wenn es eine Nennleistung von $3a$ VA in Klasse 3 für diese Bauform gibt. Der Wandler erhält nämlich bei einer Genauigkeit in Klasse 1 einen etwas anderen Abgleich als in Klasse 3. Auch ist die EMK nicht der äußeren, sondern der Summe von innerer und äußerer Bürde proportional. Das Produkt der 3 Größen:

$$M\, g\, n_T^2 = N \qquad (1)$$

wird als „Kennleistung N" eingeführt. Diese ermöglicht einen Vergleich für Wandler mit verschiedenem Übersetzungsverhältnis $\ddot{u}$, verschiedener Meßleistung M, Genauigkeit g und thermischer Kurzschlußfestigkeit n_T. Auf Grenzfälle, wie thermische Festigkeit $n_T = 0$ oder sehr hohe Genauigkeit bei verschwindender Meßleistung, läßt sich der Vergleich nicht ohne weiteres anwenden. Die Kennleistung N ist natürlich von Wandler- zu Wandlerform verschieden und hängt ab von dem aktiven Gewicht, der Werkstoffgüte und dem Aufbau der Wicklung.

2. Leistungssteigerung.

Da jede Herstellerfirma vor Entwicklung einer neuen Bauform versucht, mit den vorhandenen Baugrößen auszukommen, soll untersucht werden, durch welche Mittel

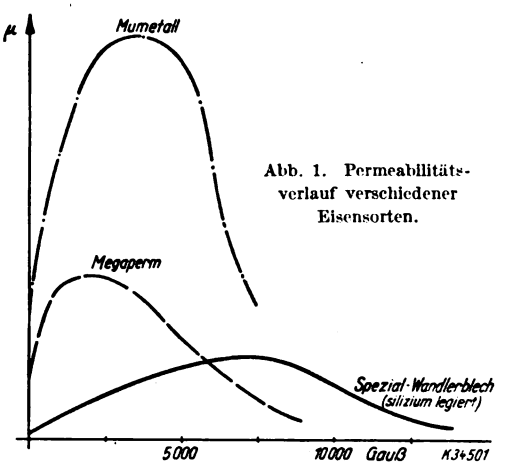


Abb. 1. Permeabilitätsverlauf verschiedener Eisensorten.

sich die Kennleistung N bei gleicher Baugröße noch erhöhen läßt[3]). Die magnetische Leitfähigkeit des Eisens ist bei der Liniendichte, bei welcher der Wandler arbeitet, von großem Einfluß auf die Genauigkeit; denn der Aufwand an Magnetisierungs-Amperewindungen AW_0 bedingt die Wandlerfehler. Im weiteren soll daher die Eisenfrage noch näher beleuchtet werden. Ein Maß für die Leitfähigkeit des Eisens ist seine Permeabilität μ. Diese hat in Abhängigkeit von der Induktion bei den einzelnen Eisenlegierungen verschiedenen Verlauf, wie es Abb. 1 für drei häufig verwendete Legierungen zeigt. Mit einer Steigerung von μ bei siliziumlegiertem Eisen und Mumetall steht jedoch eine im Verhältnis größere Preiserhöhung in Verbindung. Zunächst ist daher an Kostenaufwand

[1]) Thermische Kurzschlußfestigkeit von dem n_T-fachen des Nennstromes I_n während 1 s.

[2]) Die Meßgenauigkeit g ist gleich $1/f_i$ gesetzt, worin f_i den Stromfehler in % bei Nennstrom bedeutet.

[3]) W. Reiche, Verbesserung der Stabstromwandler, ETZ 53 (1932) S. 961.

Digitized by Google

nicht viel zu gewinnen; aber man hat den Vorteil, bei der gleichen Größe eine höhere Leistung und damit eine Ersparnis an größeren Bauformen zu erreichen.

An dem Permeabilitätsverlauf des üblichen Stromwandlerbleches erkennt man, daß sein Höchstwert etwa bei 6000 G liegt. Ohne Hilfsmittel liegt die durch die Nennbelastung gegebene Induktion im allgemeinen zwischen 1000 und 2000 G, also in einem Gebiet, in dem die magnetische Leitfähigkeit des siliziumlegierten Eisens klein und daher ungünstiger ist. Deshalb wurde schon vor Jahren der Vorschlag gemacht, durch eine fremde Magnetisierung (Vormagnetisierung) den Arbeitspunkt des Wandlers in ein günstigeres Gebiet zu verschieben. Da eine Beeinflussung des Meßergebnisses durch die fremde Magnetisierung weitestgehend vermieden werden muß, war man gezwungen, zu besonderen Wandlerbauarten (Abb. 2) zu greifen. Die Messungen wurden durch die zur Vormagnetisierung notwendige Hilfsspannung umständlicher. Dieser Nachteil überwiegt bei weitem den Vorteil der Leistungssteigerung.

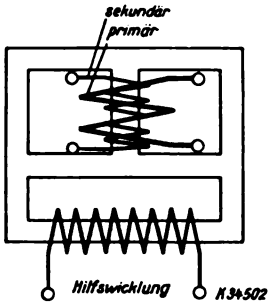


Abb. 2. Stromwandler mit Vormagnetisierung.

3. Die Gegenmagnetisierung.

Die Verlagerung des Arbeitspunktes in ein günstigeres Gebiet der magnetischen Kennlinie durch eine Kunstschaltung wurde erstmals von Iliovici[4]) angegeben. Er erzielte günstige Ergebnisse in der Hauptsache mit der Vormagnetisierung. Im Jahre 1927 schlug H. Vahl[5]) ein neues Verfahren vor, das unter dem Namen Gegenmagnetisierung bekannt ist. Das Verfahren von H. Vahl wird seitdem in großem Ausmaß in Deutschland angewendet. Im weiteren soll dieses Verfahren in einer neuartigen Darstellung (Polarkoordinaten) näher erläutert werden. Die Gegenmagnetisierung will ebenso wie die Vormagnetisierung den Arbeitspunkt in das Gebiet hoher magnetischer Leitfähigkeit legen. Darüber hinaus wird der Arbeitsbereich so ausgewählt, daß μ und damit die Strom- und Winkelfehler bei gegebener Bürde möglichst konstant bleiben; denn konstante Strom- bzw. Winkelfehler lassen sich auf bekannte, einfache Art und Weise kompensieren. Die noch verbleibenden Änderungen von f_i und δ werden noch vermindert durch die Eigenart der Gegenmagnetisierung, eine innere strom- und fehlerabhängige Bürde vorzustellen.

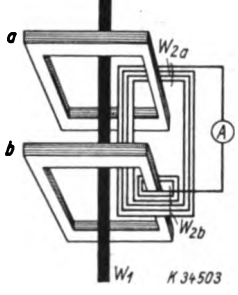
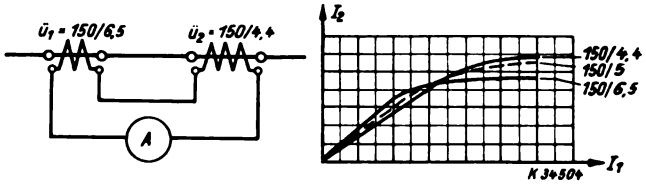


Abb. 3. Stromwandler mit Gegenmagnetisierung.

Für die Gegenmagnetisierung wird der Kern eines Wandlers in zwei Teilkerne a und b aufgeteilt, die im einfachsten Falle, z. B. bei einem Einleiterwandler, von der gleichen Anzahl primärer Windungen w_1 durchsetzt werden (Abb. 3). Der gegenmagnetisierte Wandler erhält auf dem a-Kern w_{2a}, auf dem b-Kern w_{2b} sekundäre Windungen, wobei

$$w_{2a} < \ddot{u}\, w_1 < w_{2b} \tag{2}$$

gemacht wird. Die Schaltung und ihre Wirkungsweise, die rechnerisch weiter unten verfolgt wird, läßt sich durch die primäre und sekundäre Reihenschaltung zweier Stromwandler mit ungefähr gleichem Übersetzungsverhältnis gefühlsmäßig leicht übersehen. In Abb. 4 sind Schaltung und Kennlinien jedes einzelnen Wandlers gezeichnet. In der Reihenschaltung wird der Strommesser einen Wert anzeigen, der etwa dem der gestrichelten Kurve und



——— Kennlinien der Einzelwandler — — — Kennlinien bei Reihenschaltung

Abb. 4. Schaltbild und Kennlinien zur Erläuterung des Prinzipes der Gegenmagnetisierung.

damit dem gewünschten Übersetzungsverhältnis 150/5 entspricht. Für jeden der Teilkerne lassen sich die Magnetisierungs-Amperewindungen AW_0 berechnen, sofern

$$I_2 = f(I_1) \tag{3}$$

bekannt ist. Es ist

$$AW_{0a} = I_1\, w_1 + I_2\, w_{2a}, \tag{4}$$

$$AW_{0b} = I_1\, w_1 + I_2\, w_{2b}. \tag{5}$$

Die Abhängigkeit nach Gl. (3) läßt sich durch eine Funktion der Strom- und Winkelfehler ausdrücken. Zunächst sei angenommen, daß der Winkelfehler δ vernachlässigbar ist. Dann ist:

$$I_2 = -\frac{100 + f_i}{100}\,\frac{1}{\ddot{u}}\,I_1. \tag{6}$$

Durch Einsetzen der Gl. (6) in Gl. (4) und (5) erhält man:

$$AW_{0a} = I_1\left(w_1 - \frac{100 + f_i}{100}\,\frac{1}{\ddot{u}}\,w_{2a}\right). \tag{7}$$

$$AW_{0b} = I_1\left(w_1 - \frac{100 + f_i}{100}\,\frac{1}{\ddot{u}}\,w_{2b}\right). \tag{8}$$

Der Wert der Gl. (7) ist stets positiv, denn der Fehler f_i kann günstigenfalls Null, aber bei Belastung nie positiv werden, sofern man von nachträglichem Abgleich absieht. Hingegen kann der Wert der Gl. (8) sowohl negativ wie auch positiv werden. Ist $f_i = 0$, so geht der Klammerausdruck aus Gl. (8) über in $\frac{\ddot{u}\, w_1 - w_{2b}}{\ddot{u}}$, d. h. nach Gl. (2) negativ. Bei einem Fehler in den Grenzen von:

$$-\infty < f_i < \frac{100}{w_{2b}}\,(\ddot{u}\, w_1 - w_{2b}) \tag{9}$$

wird AW_{0b} Null bzw. positiv. Sind die Magnetisierungs-Amperewindungen AW_0 positiv, so heißt dies, daß die Primär-Amperewindungen überwiegen und daß daher die Energierichtung von der Primär- zur Sekundärseite gerichtet ist; entsprechend umgekehrt bei negativen Magnetisierungs-Amperewindungen.

Der Teilkern a nimmt stets Leistung aus dem Netz auf. Hingegen ist die Energierichtung im b-Kern von dem Stromfehler f_i abhängig. Bei einem Stromfehler zwischen 0 und $\frac{100}{w_{2b}}\,(\ddot{u}\, w_1 - w_{2b})$ stellt der Kern b eine zusätzliche, veränderliche Bürde für den Kern a dar, und zwar wird mit wachsendem f_i die zusätzliche Belastung kleiner. Entspricht f_i dem in Gl. (9) genannten Wert, so wird AW_{0b} positiv und der Teilkern b unterstützt den Teilkern a.

Oben wurde bewußt auf die Berücksichtigung des Fehlwinkels verzichtet. Dieser übt einen ähnlichen Einfluß wie der Stromfehler auf die Arbeitsweise des zweiten

[4]) Iliovici, Bull. Soc. franç. Électr. 3 (1923) u. 10 (1930) S. 1191. — Boyajian u. Skeats, J. Amer. Inst. electr. Engrs. 48 (1929) S. 308.

[5]) DRP. 528 349 und Zusatzanmeldungen. Österreichisches Patent 115 691. VDE-Fachberichte 6 (1934) S. 38. ETZ 53 (1932) S. 428.

Digitized by Google

Kernes aus. Seine Komponente ist gegenüber der von f_i um etwa 90° verschoben. Aus diesem Grunde braucht AW_{0b} bei

$$f_i = \frac{100}{w_{2b}} (\ddot{u} w_1 - w_{2b}) \qquad (10)$$

nicht durch Null zu gehen, sondern die Spitze des Vektors AW_{0b} bewegt sich auf einer Spirale. Ob sein Absolutwert bei dieser Drehung ein Minimum durchläuft, hängt von der Ausführung der Wicklung und des Eisenquerschnittes ab. Auch der erwähnte Begriff der Energierichtung ist zu erweitern, und zwar derart, daß eine Magnetisierung von der Primärseite aus Wirk- und (induktive) Blindleistungsaufnahme, eine Magnetisierung von der sekundären Seite aus eine entsprechende Abgabe in das Netz, also eine zusätzliche Bürde bedeutet. Welche Vorteile sind nunmehr erzielt gegenüber Wandlern ohne Gegenmagnetisierung?

Bei geringer Strombelastung stellt der Kern a den eigentlichen Meßkern dar, der durch die Nutzbürde $\mathfrak{z}$ und durch die zusätzliche Bürde in Gestalt des b-Kerns, die ein Vielfaches von $\mathfrak{z}$ ausmacht, belastet ist. Ändert sich die angeschlossene Bürde zwischen ¼ und 1/1 der Nennbürde, so ändert sich die Induktion B_a des Meßkerns a wesentlich geringer als bei einem Wandler ohne Gegenmagnetisierung, bei dem die Induktion linear mit der Bürde verbunden ist. Dies ist gleichbedeutend mit einer wesentlich kleineren Änderung der Strom- und Winkelfehler in Abhängigkeit von der Bürde. Infolge der zusätzlichen Bürde stellt sich ferner eine hohe Induktion B_a des Kernes a ein, die in der Nähe des Maximums der Leitfähigkeit liegt. Wächst die Strombelastung im betreffenden Anlageteil, so wird die Spannung an der Wandlerbürde größer, d. h. B_a steigt. Die Permeabilität des Kerns a wächst in diesem Arbeitsbereich etwas an, wodurch die Fehler kleiner werden. Einer Verkleinerung von f_i entspricht nach Gl. (8) eine Steigerung von AW_{0b}. Die zusätzliche Bürde wächst und versucht den Stromfehler wieder auf den entsprechenden Wert der niederen Strombelastung zurückzuführen. Bei einer Belastung über den Nennstrom hinaus überschreitet der Arbeitspunkt das Maximum der Leitfähigkeit des Eisens, f_i würde wachsen; hierdurch geht die zusätzliche Bürde zurück. Der Kern a braucht daher eine verhältnismäßig geringere EMK aufzubringen. Statt der Induktion B_a^{**} stellt sich nur B_a^{*} (Abb. 5) ein, zu der ein höheres μ als zu B_a^{**} gehört, d. h. die Änderung von μ bleibt zunächst klein.

Wächst im Überstromgebiet der Fehler über den Wert nach Gl. (9), dann unterstützt der Kern b den Kern a. Der Kern a arbeitet mit nahezu konstanter Induktion B_a, bis die Induktion B_b in dieselbe Größenordnung fällt.

Man erzielt somit im normalen Arbeitsgebiet des Wandlers von 10 bis 120 % der Strombelastung nicht nur einen geringen Stromfehler, sondern vor allem auch nur eine kleine Änderung desselben. Der konstante Stromfehler läßt sich durch einen einfachen Windungsabgleich kompensieren. Im Überstromgebiet, das für den Anschluß von Relais besonders wichtig ist, sind die beiden Eisenkerne gleichberechtigt, d. h. der gegenmagnetisierte Wandler verhält sich dabei wie ein Wandler ohne Kunstschaltung mit gleicher Eisenmenge. Dies bedeutet, daß durch die Gegenmagnetisierung die Überstromziffer nicht ungünstig beeinflußt wird.

Ähnlich ist die Wirkungsweise des Wandlers in bezug auf den Fehlwinkel, der natürlich vom Einfluß des Stromfehlers nicht unabhängig bleibt.

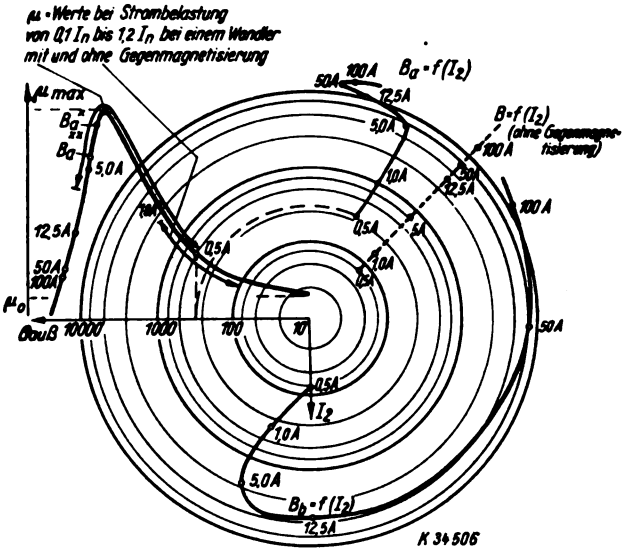
Bei einem Wandler ohne Gegenmagnetisierung ändert sich die Induktion B linear mit der Strombelastung. Würde man bei Nennstrom mit maximaler Permeabilität arbeiten, so wären die Stromfehler für diesen Punkt ebenso gering wie oben[6]). Bei geringer Strombelastung geht jedoch B und damit die Leitfähigkeit wesentlich mehr herunter. Die Änderung des Stromfehlers würde sich in dem Falle verhalten wie:

$$\frac{\mu_{max}}{\mu_0}.$$

[6]) Der Fehlwinkel kann bei ungünstigem Verhältnis der Winkel der inneren und äußeren Bürde größer werden.

4. Neuartige Darstellung der Gegenmagnetisierung.

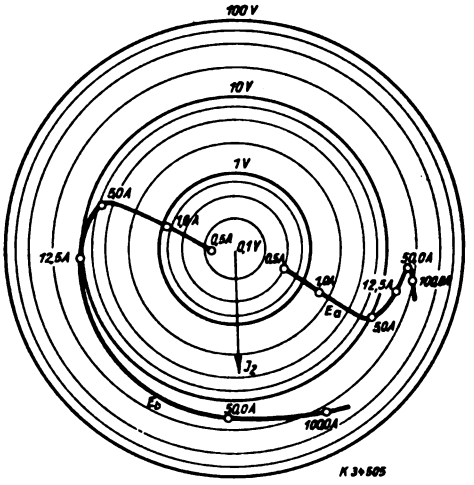
Um die magnetisch-elektrischen Verhältnisse in beiden Teilkernen darzustellen, wird ein Polarkoordinatensystem in logarithmischem Maßstab gewählt. Sein Mittelpunkt



B_a und $B_b = f(I_s)$ bei Ausführung mit Gegenmagnetisierung
$B = f(I_s)$ bei Ausführung ohne Gegenmagnetisierung

Abb. 5. Induktionswerte nach Größe und Richtung bei einem Stabwandler 150/5 A, 15 VA, cos β = 0,707.

hat im Gegensatz zu dem in linearem Maßstab gezeichneten System nicht den Wert Null, sondern einen bestimmten positiven Wert. Die Aufzeichnung der Ortskurve für die Endpunkte der Fluß- und EMK-Vektoren läßt deutlich ihre Drehung in Abhängigkeit von der Strombelastung erkennen. In Abb. 5 sind für einen Einleiterwandler 150/5 A mit der erstaunlichen Leistung von 15 VA in Klasse 1 die Verhältnisse in Polarkoordinaten und im logarithmischen Maßstab aufgezeichnet. Die Windungszahlen des Wandlers sind:



E_a und $E_b = f(I_s)$ bei einem Stabwandler 150/5 A 15 VA in Kl. 1, cos β = 0,707

Abb. 6. EMK-Werte nach Größe und Richtung.

$$w_1 = 1;\ w_{2a} = 23;\ w_{2b} = 34.$$

Digitized by Google

Der Untersuchung wird eine Bürde des Wandlers von 0,6 Ω bei $\cos\beta = 0{,}707$, entsprechend $\beta = 45°$, zugrunde gelegt. Die Kurven in Abb. 5 und 6 stellen die Endpunkte der EMK- bzw. B-Vektoren E_a, E_b bzw. B_a, B_b in richtiger Phasenlage dar. Für die Strombelastung von 15, 30, 150, 375, 1500 und 3000 A primärseitig, bzw. 0,5, 1,5, 12,5, 50, 100 A sekundärseitig sind die Endpunkte eingetragen. An der eingezeichneten μ-Kurve erkennt man, daß die Induktion B_a des Meßkernes bei einem Wandler mit Gegenmagnetisierung im günstigen Arbeitsbereich liegt. Zum Vergleich ist die Induktion eines Wandlers gegenübergestellt, der mit der gleichen Eisenmenge jedoch ohne Gegenmagnetisierung ausgeführt ist. Die angenommene Bürde beträgt ebenfalls 0,6 Ω, jedoch wird die Genauigkeit der Klasse 1 nicht mehr eingehalten.

5. Abgleichsmöglichkeiten.

Falls nicht ein besonderer Kunstgriff angewendet wird, ist der Stromfehler eines belasteten Stromwandlers immer negativ. Wäre der prozentuale Anteil der Magnetisierungs-Amperewindungen vom primären Strom unabhängig, so würde man bei fester Bürde in Abhängigkeit vom Strom einen konstanten Fehler erhalten, der sich durch Abweichung von dem theoretischen Windungszahlverhältnis vollkommen kompensieren läßt. Infolge der Änderung der Permeabilität erscheint nunmehr nach dem Abgleich ein teils positiver, teils negativer Stromfehler. Der teils positive, teils negative Fehler, der bei Anwendung der Gegenmagnetisierung schon klein ist, läßt sich noch weiter vermindern durch die „kompensierte Gegenmagnetisierung", die mit drei Teilkernen (Abb. 7) oder mit zwei Teilkernen und einer Drossel (Abb. 8) arbeitet. Für jeden Kern muß wieder die Bedingung eines geschlossenen Amperewindungsdreieckes eingehalten werden. Bei geringer Strombelastung stellt die Drossel einen großen Widerstand dar, beeinflußt daher die beiden Teilkerne kaum. Bei höherer Strombelastung (Überstromgebiet) wird die Drossel stark gesättigt, ihr Widerstand wird sehr klein, d. h. aber, daß die Hilfswicklung den Einfluß der Gegenmagnetisierung mehr und mehr beseitigt.

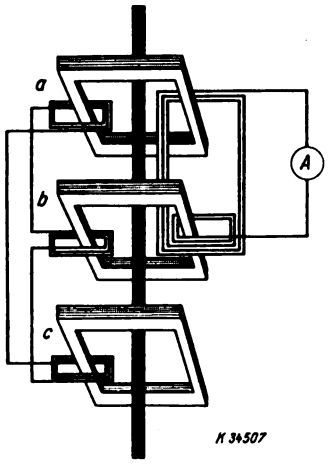


Abb. 7. Stabstromwandler mit kompensierter Gegenmagnetisierung durch Verwendung von 3 Teilkernen.

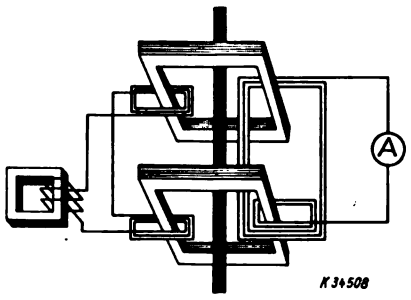


Abb. 8. Stabstromwandler mit kompensierter Gegenmagnetisierung durch Verwendung einer zusätzlichen Drossel.

6. Sondereisen.

Durch die Gegenmagnetisierung versucht man, wie schon oben erwähnt, den Arbeitspunkt in das Gebiet größerer Permeabilität zu verlagern, um eine Leistungssteigerung zu gewinnen. Eine andere Möglichkeit besteht in der Auswahl geeigneterer Eisensorten, die ihren größten Permeabilitätsbereich schon bei Induktionen aufweisen, die bei Wandlern ohne Kunstschaltung auftreten. In der Starkstromtechnik, insbesondere im Wandlerbau, hat man zunächst grundsätzlich hohe Leitfähigkeiten erstrebt und erreichte nebenbei eine Verschiebung des Maximums in das Gebiet der niederen Induktionen. Die entsprechenden Legierungen bestehen in der Hauptsache aus Eisen, Nickel und Kupfer. Der Gedanke, die Gütesteigerung der Wandler allein durch Sonderlegierungen, mit denen man mehr als durch die Kunstschaltung erreicht, zu erzielen, liegt nahe, jedoch haben solche Baustoffe einige unangenehme Eigenschaften. Ihre Sättigungsinduktion ist meistens nur ein Drittel so hoch wie die des üblichen Siliziumeisens. Nickeleisenkerne sind daher in vielen Fällen ungeeignet, in denen es auf eine hohe Überstromziffer ankommt, z. B. zum Anschluß von Distanz- und abhängigen Überstromrelais[7]).

Zusammenfassung.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Anwendung bester Legierungen und die Gegenmagnetisierung sich gegenseitig unterstützen, wodurch die heutigen Wandlerbauformen den erhöhten Anforderungen durchaus noch gerecht werden. Die weiteren Bestrebungen müßten dazu führen, die Legierungen preiswerter zu gestalten und das Anwendungsgebiet der Gegenmagnetisierung zu erweitern, um günstige Überstromziffern und hohe Genauigkeit zu wirtschaftlichen Preisen zu erzielen.

[7]) M. Walter, Strom- und Spannungswandler; München: Oldenbourg 1937.

Elektrische Müllbahn der Stadt Wien.

621. 331 : 628. 49 (436)

Der Müllablagerungsplatz Bruckhaufen der Stadt Wien erhielt im Jahre 1936 eine elektrische Müllverteilungsbahn, da der frühere Transport der Verteilungswagen mit Raupenschleppern infolge des schnellen Verschleißes der Schlepper unwirtschaftlich wurde. Die Bahn[1]) zur Bedienung der 600 000 m² betragenden Fläche bildet eine geschlossene Gleisschleife, von der ein rd. 450 m langes gerades Stück das eigentliche Schüttgeleis darstellt. Hier werden die vier Wagen eines Zuges von je 6 m³ Fassungsvermögen und 3 t Eigengewicht einseitig entladen, bis nach Verbreiterung des Dammes um etwa 6 m das Schüttgeleis an den Rand weiterverlegt werden muß. Die fest verlegten Gleisteile an den Laderampen und den Auf- und Abfahrten zum Mülldamm erhielten eine etwas seitlich von der Gleismitte verlegte Oberleitung 4600 mm über SO. für 500 V Gleichstrom. Für die bewegliche Schüttstrecke erhielten die Lokomotiven Akkumulatorenbatterien mit 360 V Nennspannung. Die Stromversorgung geschieht aus dem städtischen Hochspannungsnetz über zwei Quecksilberdampfgleichrichter. Die zweiachsigen Lokomotiven von je 9,4 t Gewicht haben zwei Tatzenlagermotoren von je 23 kW Stundenleistung und sind dem rauhen und staubigen Betriebe besonders angepaßt. Da die Batterieräume vor und hinter dem Führerstand nicht gelüftet werden können, werden die Batterien auf den Fahrdrahtstrecken nie bis zur Gasentwicklung geladen. Das selbsttätige Umschalten von Fahrdraht- auf Akkumulatorenbetrieb besorgt in Abhängigkeit von der Fahrdrahthöhe eine vom Stromabnehmer angetriebene Kontaktwalze, über die Schütze gesteuert werden. Die Spurweite beträgt 76 cm. Lokomotiven und Wagen haben Druckluftbremseinrichtungen und selbsttätige Mittelpufferkupplungen. *Dtt.*

[1]) Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 149; 4 S., 5 Abb.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Leitungen.

621. 315. 17 : 551. 574. 42 : 581. 9 **Rauhreifgebiete und Geobotanik.** — Auf den Zusammenhang zwischen Rauhreifgebieten und bestimmten Florengebieten hat als erster E. Wald hingewiesen[1]). Sind die Rauhreifverhältnisse einer Gegend insbesondere im Hinblick auf die Gefährdung von Hochspannungsleitungen bekannt und ist ihr geobotanischer Charakter bestimmt, so kann mit einiger Sicherheit aus der Umgrenzung des betreffenden geobotanischen Gebietes auch auf den Umfang des Rauhreifgebietes geschlossen werden. Bei der Neuplanung von Leitungen vor allem in Gegenden, von denen sonstige Unterlagen über Rauhreifansatz nur unvollkommen vorliegen, ist eine derartige Beurteilungsmöglichkeit von besonderer Bedeutung. Zugleich aber stellt diese Untersuchung in jedem Falle eine wertvolle Ergänzung sonstiger Rauhreifunterlagen dar.

Die Richtigkeit der Wald'schen Behauptungen wird von E. Groß auf Grund ihm zur Verfügung gestellter Unterlagen für das Rauhreifgebiet des Bakony-Gebirges in Ungarn nordwestlich des Plattensees nachgewiesen. Die 10- und 30 kV-Leitungen der Ungarischen Allgemeinen Kohlenbergbau A. G. sind im Wachstumsgebiet der Rotbuche ganz besonders rauhreifgefährdet, wobei die Grenzen beider Zonen überraschend gut übereinstimmen. Lediglich im Lee des Gebirges in bezug auf den rauhreifbildenden Wind (Rauhreifschatten) greift die Verbreitung der Rotbuche weiter als die Rauhreifgefährdung[2]). Im übrigen fallen sowohl Rauhreif- wie Florengebietsgrenzen nicht etwa mit einer Höhenschichtlinie zusammen, sondern sie hängen vom Klima der betreffenden Gegend ab. Dabei spielen örtliche Verhältnisse, wie z. B. der Einfluß des Plattensees auf die Luftfeuchtigkeit eine wesentliche Rolle, so daß dort die Rauhreifgrenze bis auf 120 m heruntersteigt, während sie an anderen Stellen übereinstimmend mit der Grenze des Rotbuchengebietes bis auf 380 m heraufgeht.

Ob sich in Deutschland mit den hier sehr weitgehenden Eingriffen der Land- und Forstwirtschaft in die natürlichen Wachstumsgebietsgrenzen so ohne weiteres die gleichen Feststellungen machen lassen, bedarf noch der Untersuchung. So hat z. B. die künstliche Verschiebung der ursprünglichen Wachstumsgebietsgrenzen zum großen Teil auch eine Veränderung des übrigen Florabildes zur Folge, so daß zunächst die natürlichen Grenzen der geobotanischen Gebiete ermittelt werden müßten, bevor man die Beziehung zu den Rauhreifgebieten herstellt.

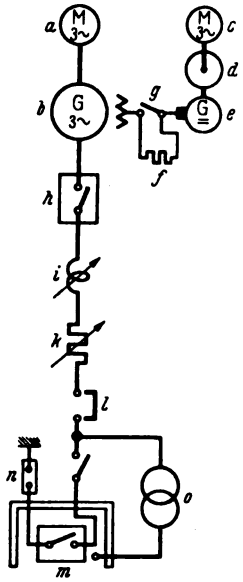
In einem 60/30 kV-Umspannwerk wurde fernerhin festgestellt, daß unter gleichen sonstigen Voraussetzungen spannungsführende Anlagenteile stärker zur Rauhreifbildung neigten als spannungslose. Die Erklärung für diese noch nicht allgemein betätigte Beobachtung wird in der elektrischen Feldwirkung gesehen, die aber nur für schwache Luftbewegungen zutreffen kann, bei denen die elektrische Anziehungskraft größer ist als die Windstärke. [E. Groß, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 600; 2 S., 2 Abb.] *Kd.*

Apparate und Stromrichter.

621. 317. 333. 83 (42) **Das Hochleistungsversuchsfeld der General Electric Company in Witton.** — Die Britische General Electric Co hat in ihren Werken in Witten das dritte Hochleistungsversuchsfeld in England in Betrieb genommen. Die Schaltung der Anlage, die gleichzeitig die ungefähre räumliche Anordnung wiedergibt, zeigt Abb. 1.

Der Kurzschlußgenerator *b*, der bei 3000 U/min eine Modellleistung von 50 000 kVA und einen Gesamt-Blindwiderstand von 2,7 % besitzt, wird von einem Drehstrom-Schleifring-Motor *a* von 560 kW Nennleistung angetrieben, der beim Anfahren aus dem Stillstand bis zu 1900 kW hergibt, so daß dieses ohne besonderen Anwurfmotor erfolgt. Die Ständerwicklung des Generators, die in 2×2 Stufen, auf 6,4/11 kV und 12,8/22 kV geschaltet werden kann, besitzt sehr kurze Wickelköpfe, die überaus stark abgestützt sind.

Der Generatorläufer weist als Besonderheit verhältnismäßig flache Nuten auf, die außer der Erregerwicklung noch eine Dämpferwicklung enthalten; letztere verlangsamt bekanntlich die Abnahme des Kurzschlußstromes und schützt die Erregerwicklung selbst vor Überspannungen. Die Anwendung flacher Nuten, die zwar eine hohe Strombelastung der Erregerwicklung bedingt, die aber wegen der kurzen Dauer in Kauf genommen werden kann, ermöglicht außer der Erhöhung der mechanischen Festigkeit gegen Fliehkräfte auch die Erzielung günstigerer magnetischer Verhältnisse, so daß der durch den Kurzschluß bedingten Entmagnetisierung entgegengewirkt wird.



a Hauptantriebsmotor 560 kW
b Kurzschlußgenerator 50 000 kVA; 6,6/12,7/22 kV, 2,7% Blindwiderstand
c Erregungs-Antriebsmotor 340 kW
d Erregungs-Schwungrad 13 t
e Erregungs-Generator 1000 V, 1000 bis 4000 A
f Erregungs-Widerstand
g Überbrückungs-Schalter zu *f*
h Haupt-Sicherheitsschalter 1500 MVA
i Drosselspulen 37 Stufen 0,04 bis 4 Ω
k Flüssigkeitswiderstände
l Einschaltapparat
m Versuchsstand mit Versuchsschalter
n Shunts
o Transformatoren

Abb. 1. Schaltanordnung des neuen Hochleistungsversuchsfeldes.

Ein noch stärkerer und seinem Ausmaße nach bemerkenswerter Ausgleich der entmagnetisierenden Wirkung des Kurzschlusses kann durch Stoßerregung erzielt werden. Hierzu wird ein zwischen Erregermaschine *e* und Generatorläufer geschalteter Widerstand *f* durch einen Schalter *g* kurz vor Einleitung des Kurzschlusses überbrückt, und zwar zu einem wählbaren Zeitpunkt, so daß der Erregerstrom auf den 4- bis 5fachen Wert anwächst. Hierdurch kann der Kurzschlußstrom auf dem ungefähren Wert seiner Anfangshöhe gehalten und die Abnahme der Wiederkehrspannung gegenüber der Leerlaufspannung verringert werden. Um einen Drehzahlabfall der Erregermaschine während der Dauer des Kurzschlusses zu vermeiden, ist sie mit einem 13 t schweren Schwungrad (Gewicht des Generatorläufers: 22 t) gekuppelt. Der höchste von der Erregermaschine gelieferte Strom ist 4000 A bei 1000 V. Trotzdem ihr Antriebsmotor — dank des Schwungrades — nur eine Nennleistung von 340 kW besitzt, ist — auch wegen der großen Abmessungen des Stromwenders — der Erregersatz länger als der Kurzschlußgenerator. Die Wirksamkeit der besonders durch dieses außergewöhnliche Maßverhältnis gekennzeichneten Aufwendungen geht daraus hervor, daß der Kurzschlußstrom im Augenblick der Kontakttrennung mit Stoßerregung etwa 45 % größer ist als ohne Stoßerregung; die Kurzschlußleistung wächst — wegen der Erhöhung der Wiederkehrspannung — etwa quadratisch, ist also etwa 110 % höher. Entsprechend seiner Nennleistung von 50 000 kVA und seinem Blindwiderstand von 2,7 % wird für den Generator selbst eine höchste Kurzschlußleistung von 1 850 000 kVA (in der ersten Halbwelle des Kurzschlusses) angegeben, ein Wert, der unter den praktischen Verhältnissen der Schalterprüfung bei Kurzschlußdauern von 5 bis 10 Halbwellen aber nicht erreicht wird[1]).

Der Hauptsicherheitsschalter *h* ist ein für 1500 MVA bemessener Ölschalter, der beim Versagen des Versuchsschalters — allerdings erst nach Einsetzen der Generator-Entregung — abschaltet. Zur Einstellung des Kurzschlußleistungsfaktors, der an sich etwa 0,05 beträgt, aber — den verschiedenen Prüfvorschriften nach — 0,15 oder 0,3 betragen darf, sind Flüssigkeitswiderstände *k* vorgesehen, deren Widerstand durch die Zusammensetzung und die Füllhöhe der leitenden Flüssigkeit

[1]) ETZ 56 (1935) S. 764.
[2]) Vergl. ETZ 58 (1937) S. 35.

[1]) Die tatsächlich praktisch erreichbare höchste Kurzschlußleistung ist nicht angegeben.

Digitized by Google

geregelt werden kann. Die Einleitung des Kurzschlusses erfolgt — wie üblich — durch einen besonderen Einschaltapparat *l*, der lediglich zum Einschalten und nicht zum Unterbrechen bestimmt ist.

Der Versuchsstand *m* ist eine große auf drei Seiten durch verstärkte Betonmauern abgeschlossene Zelle, deren nach dem Befehls- und Beobachtungsstand zu offene Seite durch elektrisch betätigte Rollwände verschlossen werden kann. Der Umspannersatz besteht aus 3 Einheiten, die jede eine Nennleistung von 50 000 kVA und eine Kurzschlußspannung von 2,6 % besitzen. Mit ihnen sind Spannungen bis 132 kV erreichbar. Die Umspanner mit ihren Schaltverbindungen und Trennschaltern sind als Freiluftanlage ausgeführt. Die Messung der Kurzschlußgrößen erfolgt von dem Raume hinter der Rückwand des Versuchsstandes aus, wo die zur Spannungsmessung dienenden Spannungswandler oder ohmschen Spannungsteiler, und die zur Strommessung dienenden Shunts *n* untergebracht sind. An diese sind die Schleifen eines 12-Schleifen-Oszillographen angeschlossen, der außer 3 Strömen und 3 Spannungen noch mittels Leistungsschleifen die Schalterarbeit in den 3 Phasen, den Strom in der Auslösespule und den Kesseldruck des Versuchsschalters sowie den Erregerstrom des Generators aufzeichnen kann. Zur Aufnahme von Form und Einschwingfrequenz der Wiederkehrspannung dient ein Kathodenstrahloszillograph, bei dem der Strahl auf einen 12 cm breiten und 2 m langen Film fällt, der — auf eine mit 3000 U/Min umlaufende Trommel gespannt — mit einer Geschwindigkeit von 2 mm in 10 μs bewegt wird. Der ganze K. O. wiegt 2,5 t. Es kann — da die Trommel im Vakuum läuft — trotz des Vorhandenseins von 5 Pumpen nur alle 20 min eine Aufnahme gemacht werden.

Die Betätigung sämtlicher Einzel-Schalthandlungen, die zum eigentlichen Kurzschluß-Versuch gehören, wird im Befehls- und Beobachtungsraum durch ein Doppelpendel veranlaßt, das mit wählbarer Geschwindigkeit einmal durchschwingt und dabei die einzelnen Betätigungs-Kontakte, die ebenfalls beliebig einstellbar sind, schließt.

Der Sicherheit der Bedienungsmannschaft und der Anlageteile dienen folgende Einrichtungen: Fernanzeige der Temperaturen der Generatorwicklung im Befehlsraum. Kontaktthermometer an den Lagern, durch die bei Temperaturüberschreitung die ganze Anlage spannungslos gemacht wird. Ein Öldruckbehälter auf dem Dach des Maschinenhauses von 4400 l Fassung als Reserve für die Lagerschmierung. Selbsttätige Abschaltung des Generator-Antriebsmotors bei einem Fehler im Kühlluft-Gebläse. Eine Kohlensäure-Löschanlage, die auf den Generator, auf die Zelle des Haupt-Sicherheitsschalters und auf den Versuchsstand, der abgeschlossen werden kann, arbeitet. — Da alle einzelnen Vorgänge vom Befehlsraum aus an Meßinstrumenten oder unmittelbar beobachtet werden können, so wird die gesamte Anlage kurz vor jedem Versuch von der Bedienungsmannschaft geräumt. Der Befehlsraum selbst liegt 27 m vom Versuchsstand entfernt und gewährt genügend Sicherheit und gute Sicht. [Engineering 141 (1936) S. 303; 3½ S., 8 Abb.] *Lhs.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 1. 001. 5 **Die Verfahren zur Bestimmung physikalischer Felder in elektrischen Maschinen.** — Im Anschluß an einen Bericht, den B. Hague auf dem internationalen Elektrizitätskongreß 1932 in Paris vorgelegt hat, stellt sich E. Roth die Aufgabe, an Hand von praktischen Beispielen die verschiedenen Verfahren zur Bestimmung des elektrostatischen und magnetischen Feldes in Geräten und Maschinen und der stationären Temperaturverteilung in festen Körpern zu besprechen. Die Berechnung dieser Felder führt für den Sonderfall eines wirbel- und quellenfreien Gebietes auf die Laplace'sche Differentialgleichung, während für den allgemeinen Fall die Poisson'sche Differentialgleichung gilt. Der Verfasser stellt die mathematischen Beziehungen, die zu diesen Gleichungen führen, nochmals zusammen. Anschließend werden folgende Verfahren zur Lösung der genannten Gleichungen angegeben.

Die analytischen Verfahren, insbesondere die Lösung mit trigonometrischen Reihen und mit konformer Abbildung. Als Beispiel der Verwendung der Reihen wird außer Arbeiten des Verfassers die von Rogowski stammende Berechnung[1]) der Streuung des Transformators behandelt. Ein wichtiges mathematisches Hilfsmittel zur Lösung der Laplace'schen Gleichung in der Ebene stellt die konforme Abbildung dar. Für die elektrotechnischen Anwendungen ist dabei von besonderer Bedeutung die Abbildung eines Polygons auf eine Halbebene mittels des Christoffel-Schwarz'schen Satzes. Als Beispiel werden erwähnt die Arbeiten von Dreyfus „Über das Feld in Transformatoren" und von W. Peters „Temperaturgefälle in den Nuten elektrischer Maschinen bei Zweistabwicklungen". Für einfache konforme Abbildungen (Logarithmus und Potenzfunktion) hat man Geräte entworfen, mit denen das Zeichnen der Netzbilder wesentlich erleichtert werden kann.

Die konforme Abbildung erfordert in den meisten Fällen eine Idealisierung der technischen Aufgabe, da sonst die mathematische Rechenarbeit zu umfangreich wird. Es sind daher graphische Verfahren entwickelt worden, mit denen auch die verwickelteren Aufgaben behandelt werden können. Unter ihnen ist besonders das Lehmann'sche Verfahren zu nennen. Es beruht darauf, den ersten Entwurf der Niveau- und Feldlinien durch Vergleich der mittleren Länge und der mittleren Breite eines jeden Kurvenvierecks zu verbessern. Dieses Verfahren kann auch auf die Berücksichtigung der veränderlichen Permeabilität erweitert werden. Der Verfasser bringt eine große Zahl von Kraftlinienbildern des magnetischen Feldes im Luftspalt, in den Nuten und zwischen den Polen elektrischer Maschinen, die nach diesem Verfahren von Lehmann, Dreyfus u. a. entworfen worden sind. Von deutschen Arbeiten ist hier an erster Stelle der wohl als klassisch zu bezeichnende Aufsatz von R. Richter[1]) zu nennen. Als weitere Beispiele werden die Arbeiten von Kuhlmann (Elektrostatisches Feldbild einer Durchführung) und von Belfis (Temperaturverteilung im Ständer einer Hochfrequenzmaschine) u. a. aufgeführt.

Gleichberechtigt stehen den graphischen Verfahren die experimentellen Lösungsverfahren gegenüber. Der Verlauf der magnetischen Stromlinien kann für das ebene Problem näherungsweise nach den Versuchen von Hele-Shaw durch eine Flüssigkeitsströmung zwischen zwei parallelen Glasplatten von sehr kleinem Abstand dargestellt werden. Andere experimentelle Verfahren beruhen auf der Ausmessung des Feldes an einem Modell in einem elektrolytischen Trog oder in der Sichtbarmachung der magnetischen Feldlinien durch Verwendung von Eisenfeilspänen. Die Ergebnisse dieser experimentellen Verfahren werden ausführlich mit den graphischen Lösungen nach Lehmann verglichen und es wird die gute Übereinstimmung zwischen Experiment und Zeichnung nachgewiesen. [E. Roth, Bull. Soc. franç. Électr. 7 (1937) S. 13; 58 S., 88 Abb.] *Phn.*

621. 313. 332. 001. 4 **Versuche an einem selbsterregten Asynchrongenerator.** — Zum Nachweis, daß eine gewöhnliche Asynchronmaschine als Bremsmaschine bei beliebigen Drehzahlen, Spannungen und Belastungen benutzt werden kann, wurde eine durch einen Gleichstrommotor *M* angetriebene Asynchronmaschine *G* als Asynchrongenerator auf einen Wasserwiderstand geschaltet, während zur Lieferung des Magnetisierungsstromes eine über einen Kupplungsschalter *KS* parallelgeschaltete kleine Synchronmaschine *E* diente, welche sich wie ein parallelgeschalteter Kondensator von veränderlicher Kapazität[2]) verhält. Die Inbetriebsetzung der Versuchsschaltung erfolgte in der Weise, daß nach dem Hochfahren des unmittelbar gekuppelten Maschinensatzes ($M + G$) bei offenem Kupplungsschalter *KS* die unerregte Synchronmaschine *E* durch einen kleinen Gleichstrommotor hochgefahren und durch Schließen des Kupplungsschalters *KS* auf den Asynchrongenerator *G* geschaltet wurde; durch Zuschalten und Steigern der Erregung der Synchronmaschine *E* wurden diese und die Asynchronmaschine in Tritt gebracht und hierauf der Anwurfsmotor für *E* abgeschaltet. Drehzahländerung erfolgte durch Drehzahländerung des Antriebsmotors *M*, Spannungsänderung drehstromseitig bei einer bestimmten Drehzahl durch Änderung der Erregung von *E*, Belastungsänderung des Asynchrongenerators *G* durch Änderung der Eintauchtiefe des Wasserwiderstandes. Als hauptsächlichste Versuchsergebnisse sind in Abhängigkeit von der vom Wasserwiderstand aufgenommenen Leistung — und zwar bei verschiedenen Drehzahlen des Maschinensatzes ($M + G$) — graphisch dargestellt: die vom Asynchrongenerator *G* abgegebene, die von der Synchronmaschine *E* aufgenommene Leistung, die Drehzahl und der Leistungsfaktor der Synchronmaschine sowie der Strom des Asynchrongenerators, des Wasserwiderstandes und der Synchronmaschine; außerdem ist der Strom der Synchronmaschine in Abhängigkeit von ihrem Erregerstrom aufgetragen. [A. Wälti Bull schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 80; 2 S., 6 Abb.] *Klt.*

[1]) ETZ 31 (1910) S. 1033.

[1]) „Das magnetische Feld in den Lufträumen elektrischer Maschinen", Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 85.

[2]) Vgl. Hafner, Der durch Kondensatoren selbsterregte Drehstrom-Asynchrongenerator, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 89.

Digitized by Google

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 754 : 615. 4 **Störungsfreie Dreifach-Kardiographie.** — In der Technik der Elektrokardiographie sind durch die Verwendung von Braunschen Kathodenstrahlröhren in Verbindung mit vorgeschalteten Röhrenverstärkern beachtliche Fortschritte erzielt worden, nicht nur, weil ein Verstärker die Aktionsspannungen nicht nennenswert belastet und infolgedessen eine Spannungskardiographie ermöglicht, sondern auch wegen des breiten Frequenzbandes der Aufzeichnung, das alle Feinheiten in den elektrokardiographischen Kurven mit größter Treue und unverzerrt zur Darstellung kommen läßt. Auf der anderen Seite bringt ein Verstärkerkardiograph den Nachteil einer starken Störanfälligkeit mit sich, weil der am Gitter der Eingangsröhre liegende Patient gewissermaßen als Antenne wirkt und alle in ihm induzierten und influenzierten Störspannungen in das Elektrokardiogramm hineinbringt, durch die dieses oft bis zur Unkenntlichkeit entstellt wird. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich, wenn man nicht nur eine einzige Ableitung, sondern gleichzeitig mehrere, insbesondere die drei Einthovenschen Dreiecksableitungen aufzeichnen will. Würde man zu diesem Zweck drei getrennte Verstärkerkardiographen einsetzen, dann würde der Kathodenpunkt eines Verstärkers mit dem Gitteranschluß eines anderen zusammenfallen, was wegen gegenseitiger Koppelungen und mit Rücksicht auf die gemeinsame Speisung aller drei Verstärker unzulässig ist.

Hier schafft der Differential-Kardiograph von Weber-Kayser wirksame Abhilfe, der von dem allgemeinen Gesetz Gebrauch macht, daß die Summe der einzelnen Spannungen in dem geschlossenen Einthovenschen Dreieckschema in jedem Augenblick Null sein muß. Dementsprechend braucht man nur zwei Ableitungsspannungen zu verstärken, um aus ihrer Differenz oder Summe die dritte Spannung hinter den Verstärkern wieder zu gewinnen. Diese Differentialverstärkung der dritten Abteilung hat nun den Vorzug vor den beiden anderen, unmittelbar verstärkten Ableitungen, daß sich in ihr alle Störungen, welche gleichphasig in den Patienten einfallen und gleichphasig an den Eckpunkten des Ableitungsdreiecks angreifen, auskompensieren, wie an einem praktisch aufgenommenen Dreifach-Kardiogramm gezeigt wird. Um diese Art der Störbefreiung durch Gegentaktverstärkung gleicherweise auch in den beiden anderen Ableitungen durchzuführen, wird eine Sternschaltung von drei Verstärkern beschrieben, in deren Ausgänge die drei Kathodenstrahlröhren in Form eines Dreiecksschemas eingefügt sind. In dieser Anordnung, dem Sternkardiographen, wird jede der drei Einthovenschen Dreiecksableitungen im Gegentakt verstärkt, so daß gleichphasige Störungen in allen drei Oszillographenröhren verschwinden, wie der Versuch bestätigt. Sollen an Stelle der Kathodenstrahlröhren Stromoszillographen benutzt werden, dann müssen dieselben als Differentialsysteme in den Verstärkerausgangsstern eingefügt werden. [H. E. Hollmann, Z. Instrumentenkde. 57 (1937) S. 117; 3½ S., 11 Abb.]. *eb.*

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 433[1])

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 172 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 172, die Formen EFk1f, EF3k1f, EFk1tf und EF3k1tf, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Hellowatt Werke Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in **Berlin-Charlottenburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 8. Februar 1937.

Beschreibung:[2])

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 370 vom 12. Januar 1935[3]) bzw. Nr. 416 vom 8. Juli 1936[4]) zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Formen EFk1, EF3k1, EFk1t und EF3k1t des Systems 172 werden auch mit einer Kontaktgebervorrichtung unter den Formzeichen EFk1f, EF3k1f, EFk1tf und EF3k1tf hergestellt. Die Kontaktgebervorrichtung ist in der Weise ausgeführt, daß durch zwei Federn, welche Kontakte aus Edelmetall tragen, der Kontaktschluß ebenso wie die Unterbrechung plötzlich erfolgen.

Die Zähler können für die gleichen Meßbereiche beglaubigt werden wie die Zähler der bisher zugelassenen Ausführungen.

„Bekanntmachung Nr. 434[1])

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird dem System 176 folgende Elektrizitätszählerform als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 176, die Form KW9/23, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Siemens-SchuckertwerkenAktiengesellschaft** in **Nürnberg.**

Berlin-Charlottenburg, den 25. Februar 1937.

Beschreibung:[2])

Die Zähler der Form KW9/23 dienen zur Messung des Energieverbrauches, wenn gleichzeitig Licht und Kraft zu unterschiedlichen Preisen verrechnet werden sollen. Der Zähler besteht aus zwei Wechselstromzählern, die in ein gemeinsames Gehäuse eingebaut sind. Die beiden Einzelzähler stimmen in Aufbau, Wirkungsweise, Schaltung und in ihren Eigenschaften mit den durch die Bekanntmachung Nr. 375 vom 28. Januar 1935[3]) als System 176 zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzählern der Form W9 überein.

Die Zähler der Form KW9/23 können als Zweileiterzähler für Nennspannungen bis 260 V und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden. Die Nennstromstärke jedes der beiden Einzelzähler kann bis zu 20 A betragen mit der Einschränkung, daß die Summe der Nennstromstärken der beiden eingebauten Zähler nicht größer als 30 A ist.

„Bekanntmachung Nr. 435[4])

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 45 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

A. Zusatz zu System 45, die Form UN 4, Elektrolytzähler für Gleichstrom,

B. Zusatz zu System 45, die Form FN 4, Elektrolytzähler für Gleichstrom,

beide hergestellt von dem **Glaswerk Schott & Gen.** in **Jena.**

Berlin-Charlottenburg, den 2. März 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Beschreibung:[5])

A. Die durch die Bekanntmachung Nr. 392 vom 13. September 1935[6]) zur Beglaubigung zugelassenen Elektrizitätszähler für Gleichstrom der Form UN 4 können auch für den nachstehend angegebenen Meßbereich beglaubigt werden:

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 42.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 433 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 485.
[4]) ETZ 57 (1936) S. 1324.

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 62.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 434 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 742.
[4]) Reichsministerialblatt 1937, S. 69.
[5]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 435 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[6]) ETZ 56 (1935) S. 1357.

Digitized by Google

Nennstrom-stärke A	Nenn-spannung V	Meß-bereich kWh	Spannungsabfall am Nebenwiderstand bei Nennstrom V	Zellenstrom bei Nennstrom A
20	220	1500	etwa 0,50	etwa 0,005

Der den Nebenwiderstand enthaltende hintere Gehäuseteil ist schmäler als bei den Zählern gemäß der Bekanntmachung Nr. 392 und entspricht in seinen Abmessungen dem Gehäuse der durch die Bekanntmachung Nr. 341 vom 11. August 1933[1]) zugelassenen Ausführungsformen der Zähler der Form UN 4.

B. Die durch die Bekanntmachung Nr. 205 vom 20. Oktober 1925[2]) zur Beglaubigung zugelassenen Elektrolytzähler der Form FN 4 können auch für den nachstehenden Meßbereich beglaubigt werden:

Nennstrom-stärke A	Nenn-spannung V	Meß-bereich kWh	Spannungsabfall am Nebenwiderstand bei Nennstrom V	Zellenstrom bei Nennstrom A
40	220	10 000	etwa 0,50	etwa 0,010

Elektrowärme.

621. 365. 45 : 697. 7 (492) **Elektrische Raumheizung in der Provinz Utrecht.** — J. W. Bartelds zeigt zunächst den großen Einfluß, den das Klima auf die Einführung der elektrischen Raumheizung hat, wodurch sich ihre günstige Entwicklung in Frankreich, England und den Niederlanden erklärt. Nach Behandlung der auftretenden Wärmeverluste bei den verschiedenen Ausführungsformen wird die Paneel-Heizung als in vielen Fällen besonders geeignet bezeichnet.

Für die Heizungsarten, die durch Strahlung bzw. Konvektion wirken, ist je eine Tafel aufgestellt, wobei für die Temperatur der Heizfläche und die Größe der Speicherung immer drei Gruppen vorgesehen sind. Bei der ersteren dieser Tafeln ist jedoch der „Speicherofen mit Eisenkern und regelbarer Strahlung (Dettmar)" falsch eingegliedert. Bei diesem kommt die Raumluft nur mit Flächen unter 100° C in Berührung[3]), während er in der Gruppe 100 bis 500° C aufgeführt ist. Er gehört weiterhin betr. Speicherung nur in die Reihe „groß" und nicht in die „mittel", weil er bis 40 Stunden[4]) speichern kann.

Anläßlich der Beschreibung von Versuchen mit Paneel-Heizung wird mitgeteilt, daß die Bewohner der mit ihnen ausgerüsteten Häuser sehr zufrieden sind, was sich aber wohl nur auf die technische Seite bezieht, denn es wird auch hervorgehoben, daß der Verbrauch sehr hoch ist und nachts unnötige Wärmeverluste entstehen. Letzteren Nachteil will der Verfasser dadurch beseitigen, daß durch einen besseren Wärmeschutz die Verluste durch Wände und Fenster herabgesetzt werden. Diese ungünstigen wirtschaftlichen Ergebnisse dürften hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, daß bei den Paneel-Heizungen eine Regelung in der Abgabe der gespeicherten Wärme nicht möglich ist und anderseits im wesentlichen Tagesstrom verwendet wird.

Bei der Verwendung von „Martinit-Platten" liegen die Verhältnisse etwas günstiger als bei der gewöhnlichen Decken- und Wandheizung. Allerdings besitzen Martinit-Platten und ähnliche Heizeinrichtungen fast gar keine Speicherung.

Im Interesse der Elektrizitätswirtschaft liegen Wand- und Deckenheizungen nicht, weil sie die Tageslast erhöhen. Deswegen können sie auch, wie der Verfasser richtig angibt, nicht aus dem Niederspannungsnetz beliefert werden. [J. W. Bartelds, Elektrowärme 7 (1937) S. 31; 4 S., 7 Abb.] *G. D.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 91 : .033. 11 **Erweiterungen im Obusverkehr Londons**[5]). — Während Ende Juni 1936 93 km Obusstrecken in London durch die London Passenger Transport Board betrieben wurden, sind im letzten Jahr weitere 67 km hinzugekommen, so daß also im ganzen 160 km umgestellt sind. Der Dienst wird von 440 Oberleitungs-Omnibussen versehen. In dem betrachteten Jahr wurden 70 Mill Fahrgäste befördert und dabei etwa 10½ Mill km zurückgelegt. Augenblicklich ist man dabei, weitere 120 km Straßenbahnlinien auf Oberleitungsomnibus-Betrieb umzustellen. Die noch verbleibenden 226 km langen Straßenbahnlinien sollen ebenfalls umgebaut werden, falls das Parlament, das in diesem Jahr noch befragt wird, seine Zustimmung hierzu gibt. Die Umstellung wird im ganzen einen Betrag von etwa 125 Mill RM[1]) beanspruchen. [Transit J. 81 (1937) S. 113; ⅓ S.] *Hs.*

Bergbau und Hütte.

621. 365. 2 : 669. 1. 04 **Der Tysland-Hole-Ofen für die Eisenerz-Verhüttung.** — Von den verschiedenen entwickelten geschlossenen elektrischen Hochöfen für die Verwendung von Koks als Reduktionsmittel hat sich lediglich der Tysland-Hole-Ofen durchzusetzen vermocht. Der in Kalifornien gebaute Noble-Ofen konnte nur zu einem Teil mit Koks als Reduktionsmittel betrieben werden, während der größere Teil aus der teueren Holzkohle bestehen muß. Der in Norwegen versuchte Tinfos-Ofen läßt zwar die Verwendung von Koks als Reduktionsmittel zu, doch ist die Wiedergewinnung der Gichtgase bei ihm schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Die ersten Tysland-Hole-Öfen von 6000 bzw. 9000 kVA wurden 1928 in Spigerverk und Bremanger (Norwegen) gebaut; ihnen folgten von 1930 bis 1936 weitere 5 Öfen in einem norditalienischen Stahlwerk, das demnächst noch einen 6. Ofen erhalten soll. Es handelt sich dabei um Öfen von 7800 kVA. Dann werden ein Ofen von 12 000 kVA in Finnland und einer von 7000 kVA in Schweden errichtet. Die norwegischen elektrischen Hochöfen dienen zur Verhüttung von Eisenerzen, die Öfen in Finnland und Italien zur Behandlung von Pyritrückständen. Bei dem Tysland-Hole-Ofen handelt es sich um eine geschlossene Ausführung mit niedrigem Schacht für Dreiphasenstrom. Die Vorteile dieses Ofens sind: Hohe Spannungen an den Elektroden, deshalb Bau großer Ofeneinheiten, keine übermäßigen Induktionsverluste, Leistungsfaktor 0,8 bis 0,9; Verwendung von Koks als Reduktionsmittel, nämlich von Koksstücken, Koksklein und Koksstaub; Wiedergewinnung der bei 150 bis 350° entweichenden Ofengase; Möglichkeit der Beschickung des Ofens auch mit kleinstückigen Erzen, mit Erzklein und gemahlenem Erz; Eignung des Ofens für die Erzeugung verschiedener Roheisensorten, auch solcher mit hohem Siliziumgehalt (4% und darüber), dann von Ferro-Legierungen (Ferro-Mangan, Ferro-Chrom), einfache Bauart des Ofens, erträgliche Anlagekosten, geringe Betriebskosten, leichte und stets gleichmäßige Ofenführung. Der Stromverbrauch richtet sich nach der Art des zu erzeugenden Roheisens und beträgt z. B. bei der Erzeugung eines Roheisens für den basischen Siemens-Martin-Ofen 2300, eines siliziumreichen Gießerei-Roheisens 2800 bis 3000 kWh je Großtonne (1016 kg). Der Elektroden-Abbrand beträgt 8 bis 16 kg/t, der Verbrauch an Reduktionsmitteln 380 bis 420 kg/t, während 700 m³/t Gas mit einem Heizwert von rund 2500 kcal gewonnen werden. [J. Four électr. 46 (1937) H. 2, S. 56; 12 S.] *Kp.*

621. 365. 2 : 669. 16 **Die Erzeugung von synthetischem Roheisen.** — Elektrostahlwerke und Elektrostahlgießereien können unter Umständen die Erzeugung von synthetischem Roheisen im elektrischen Lichtbogenofen aufnehmen. Das gilt z. B. auf Grund wirtschaftlicher Betrachtungen bei Schwierigkeiten in bezug von Hämatitroheisen bestimmter Zusammensetzung oder von ausländischem schwefel- und phosphorarmen Roheisen. Weiter bietet das Verfahren unter Umständen Vorteile, wenn der Ofen bei der Stahlerzeugung nicht voll ausgenutzt wird und wenn Zwischenschmelzungen für die Gewinnung von synthetischem Roheisen eingeschaltet werden können. Nimmt man einen Lichtbogenofen von 5 t Inhalt an, so läßt sich synthetisches Roheisen aus folgendem Einsatz zubereiten:

Stahlschrott aus Siemens-Martin-Ofenstahl und Elektrostahl	2000 kg
Stahlschrott aus Thomasstahl . . .	1500 kg
Schrauben, Bolzen, Kleineisenstücke	1200 kg
Drehspäne	400 kg
	5100 kg

Als Zusätze werden noch benötigt Kalk, Feinerz, Ferro-Mangan, Anthrazit, Silizium-Mangan, Ferro-Silizium und Siliziumkarbid. Der Zusatz von Kalk und Feinerz bezweckt die schnelle Bildung einer oxydierenden und entphosphorenden Schlacke. Diese erste Schlacke wird unmittelbar nach ihrer Bildung abgelassen, dann wird durch Kalk und Erz eine zweite Schlacke gebildet. Nach nochmaligem sorgfältigen Abschlacken

[1]) ETZ 54 (1933) S. 1120.
[2]) ETZ 47 (1926) S. 18.
[3]) ETZ 58 (1937) H. 13, S. 349 u. 357. Elektrowärme 4 (1934) S. 180.
[4]) Elektrowärme 4 (1934) S. 178.
[5]) Vgl. auch ETZ 57 (1936) S. 117. ETZ 56 (1935) S. 999 u. 1105.

[1]) 1 £ = 12,5 RM.

Digitized by Google

werden zwecks Rückkohlung Ferro-Mangan und zunächst etwas Anthrazit, nach dessen Auflösung noch mehr Anthrazit allmählich zugegeben, damit die Reaktionen nicht zu heftig werden. Das Bad ist nunmehr desoxydiert. Zwecks Feinung werden Silizium-Mangan, Gemische von Kalk, Flußspat und Sand, Ferro-Silizium zugesetzt. Der Stromverbrauch beträgt rund 657 kWh je t Roheisen, dessen Zusammensetzung ist: 2,16 % C, 1,20 % Si, 1,08 % Mn, 0,018 % S und 0,024 % P. Zu beachten sind die geringen Gehalte an Kohlenstoff, Schwefel und Phosphor, so daß das erzeugte synthetische Roheisen als hochwertig zu bezeichnen ist. [J. Four électr. 46 (1937) H. 2, S. 60; 2½ S., 1 Abb.] *Kp.*

Landwirtschaft.

621. 365. 45 : 636. 084 **Elektrische Trinkwasserheizung für Hühner.** — Die Elektrizität hat sich in den letzten Jahren immer größere, auch scheinbar etwas abseits liegende Gebiete erobert. Hierher gehören u. a. die elektrisch geheizten Brutschränke mit Glucke und auch die elektrische Beleuchtung von Hühnerställen, um eine erhöhte Legefreudigkeit der Hühner zu erzielen. Hühner, die auf diese Art gezwungen werden, mehr Eier zu legen, benötigen mehr Trinkwasser als wenig legende Hühner. Um in den Wintermonaten für die Hühner genügend Trinkwasser, welches angewärmt sein muß, zur Verfügung zu haben, bedient man sich mit Vorteil einer Einrichtung, die hauptsächlich aus einem unten verplankten etwa 20 cm hohen Holzkasten besteht, in dessen Mitte sich eine Lampenfassung zur Aufnahme einer Kohlenfadenlampe befindet. Als Wärmeschutz dient Sand, der um die Lampe herum derart aufgefüllt ist, daß die Lampe frei bleibt und die Wärme nach oben an den darüber gestellten Wassereimer abgeben kann. Dieses billige Gerät hat sich mit Erfolg eingeführt. [A. v. Stratum, Econom. Techn. Tijdschrift 16 (1937) S. 176.] *Kps.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 34. 004. 5 (46) **Zehn Jahre Erfahrungen in der Instandhaltung von Maschinenwählereinrichtungen in Spanien.** — Die Verfasser geben einen Überblick über die in Spanien während der Jahre 1926 bis Ende 1935 im Fernsprech-Wählbetrieb gewonnenen Erfahrungen. In einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum wurde in den bedeutenderen Orten des Landes das Drehwählersystem (rotary system) eingeführt. Dies System ist gekennzeichnet durch Maschinenantrieb, Speicherung und Umrechnung bei der Nummernwahl, dekadischer Gruppierung in den GW-Stufen und nichtdekadischer Gruppierung in der LW-Stufe. Abgesehen von der Verschiedenheit in den Systemen ergab sich in Spanien im allgemeinen naturgemäß die gleiche Aufgabenstellung und Entwicklung wie seiner Zeit in Deutschland; nur war die Entwicklung in Deutschland stetiger, weil die Leitung von Anbeginn einheitlich in den Händen der Postverwaltung lag. Die in dem Erfahrungsbericht erwähnten vorbeugenden selbsttätigen und sonstigen Prüfungen entsprechen etwa den regelmäßigen Prüfungen, wie sie in Deutschland von Hand mit Prüfgeräten ausgeführt werden. Die systematische Überwachung aller Prüfgeschäfte und Überholungsarbeiten führte in Verbindung mit Aufzeichnungen von Probeverbindungen und Betriebsbeobachtungen (an besonderen Einrichtungen) zur Verlängerung der Fristen für die regelmäßigen Prüfungen und zur Verminderung der für die Instandhaltung erforderlichen Kräfte.

Bemerkenswert ist, daß die Facharbeiter mit der Zeit dazu neigen, Störungen auf einige wenige Ursachen zurückzuführen, was die Verfasser als „Instandhaltungskrankheit" bezeichnen. Um diesen Übelstand wirksam zu bekämpfen, wurde das Personal einiger Ämter herausgezogen und nochmals geschult. Nach genauen Ermittlungen über die Dauer der regelmäßigen Prüfungen konnten unter Berücksichtigung von Zuschlägen für Ausfälle durch Krankheit und Urlaub folgende Richtzahlen für den Personalbedarf der Wählerämter festgelegt werden:

Große Ämter für je 1000 Anschlüsse: 0,88 bis 0,93 Kräfte
Mittlere „ „ „ 1000 „ 0,61 bis 0,67 „

Bei kleinen Ämtern werden nachts die Störungen zum nächsten Fernamt durchgegeben, von wo aus ihre Beseitigung veranlaßt wird. Bezüglich der den Teilnehmern gebotenen Betriebsgüte wird erwähnt, daß weniger als 0,5 % aller über die Zentralen der Spanischen Nationalen Fernsprechgesellschaft gehenden Gespräche infolge Versagens der Einrichtung nicht zustande kamen; in Deutschland wird es dagegen schon als ungünstig angesehen, wenn 0,1 % der beobachteten Gespräche infolge Versagens der Amtseinrichtung nicht zustande kommen. [G. N. Saurwein u. M. Marin, Elektr. Nachr.-Wes. 15 (1936) S. 20; 10 S., 4 Abb.] *Srdt.*

621. 395. 342. 2 (42) **Ein neuer Strowger-Wähler der englischen Postverwaltung.** — Die Britische Postverwaltung ist bestrebt gewesen, für die Einrichtung ihrer Fernsprechämter Regelausführungen zu schaffen, um die Gestehungs- und Unterhaltungskosten zu senken. Sie hat in Zusammenarbeit mit einer Lieferfirma einen neuen Einheitswähler entwickelt. Der neue Wähler, ein Hebdrehwähler, wird sowohl als Gruppen- und Leitungswähler als auch als Anrufsucher — Heben und Drehen in freier Wahl — verwendet. Damit ist eine einheitliche Bauart für alle Wahlstufen geschaffen worden. Daneben kommen Drehwähler nur noch für untergeordnete Zwecke, z. B. als Rufordner, Anlaßwähler usw. vor.

Die neue Wählerausführung zeichnet sich gegenüber dem vorhandenen Hebdrehwähler durch größeres Anschlußvermögen und erhöhte Schrittgeschwindigkeit aus. Durch Vermehrung der Kontaktsätze und -arme konnte das Anschlußvermögen auf 2000 Einzeladern erweitert werden. Die wahlweise Ausführung mit 1 bis 10 Kontaktsätzen ergibt eine gute Anpassungsfähigkeit an die verschiedenen Bedürfnisse von den kleinsten bis zu den größten Anlagen. Für 200er-Anlagen genügt bereits die Gruppenpaarung, die durch Anwendung von Doppelkontakten — isolierte Bürstenarme für Ober- und Unterseite — gegeben ist. Die Einstellung solcher Wähler erfolgt durch drei Nummernwahlen; die zuerst gewählte Ziffer gibt die Entscheidung für Ober- und Unterkontakt, dann folgen wie üblich Zehner- und Einerwahl mit Heben und Drehen des Wählers. Auch in größeren Ämtern ersetzt der neue Wähler den getrennten GW—LW durch einen Wähler. Die Hunderterwahl bestimmt die Durchschaltung der Sprechadern zu einem der zehn Doppelarme, die Zehner- und Einerwahl wird durch Heben und Drehen der gemeinsamen Welle ausgeführt. Bei der Bauart des neuen Wählers wurde u. a. eine Verkleinerung aller Abmessungen, eine Verbesserung der Arbeitsweise durch erhöhte Geschwindigkeit, eine einfachere Einstellung und leichte Auswechselbarkeit erreicht. Die Wählerachse selbst ist so leicht wie möglich ausgeführt, um ihre Massenträgheit zu vermindern und mit kleinen magnetischen Kräften auszukommen. Die Achse ist oben und unten gestützt, um namentlich bei längerer Ausführung, z. B. mit zehn Armen, ein Klemmen der Bürsten während des Eindrehens zu verhindern. Auch Störungen der Gespräche durch Erschütterungen der Kontakte werden auf diese Weise vermieden. Besondere Sorgfalt wurde auf die Entwicklung der Kraftmagnete verwendet. Diese bestehen aus einem einzigen Gußeisenstück, dessen Polschuhe gleichzeitig die Spulenscheiben für die Wicklung bilden. Der Anker ist aus schwedischem Eisen hergestellt. Die Verfasser beschreiben im einzelnen noch die Ausführung der Kontaktbänke, der Kontaktbürsten, die besonders sorgfältig durchgearbeitet wurden zur Erzielung eines guten Kontaktdrucks und eines prellungfreieren Arbeitens, der Wählerkontakte usw. und stellen dann abschließend fest, daß die eindeutige Entscheidung der Britischen Postverwaltung für den Hebdrehwähler besonders bemerkenswert sei, weil im Gegensatz hierzu bekanntlich die Entwicklung eines Drehwählers als Schnelläufer steht, dessen Antrieb die Schrittbewegung aufgibt und sie durch einen Gleitantrieb ersetzt. [J. Kleemann u. J. Molnar, Z. Fernmeldetechn. 18 (1937) S. 1.] *Hne.*

Hochspannungstechnik.

621. 313. 12. 015. 33. 001. 1 **Berechnung elektrischer Stoßgeneratorkreise.** — A. B. Lewis zeigt sowohl für Stoßgeneratoren zur Erzeugung von Spannungsstößen wie für solche zur Erzeugung von Stromstößen auf Grund vereinfachter Ersatzbilder einen Weg, wie man ganz allgemein den Verlauf der Stoßspannung bzw. des Stoßstromes am Prüfling unter Berücksichtigung der über die einzelnen Stufen verteilten Induktivitäten, Widerstände und Kapazitäten eines Stoßgenerators berechnen kann. Für den Stoßspannungsgenerator wird dabei der Rechnung das Ersatzbild Abb. 2 zugrunde gelegt, das allerdings nicht die zwischen den einzelnen Stufen wirksamen gegenseitigen Kapazitäten berücksichtigt. Für den zeitlichen Verlauf der Ladungen Q_1 bis Q_n in den n Maschen dieses Ersatzbildes werden zunächst die n linearen Differentialgleichungen zweiter Ordnung aufgestellt. Eine allgemeine strenge Lösung dieser Differentialgleichungen ist aber nur möglich, wenn die letzte Masche R_n, L_n, C_n, d. h. der äußere Stromkreis, ganz bestimmte Werte annimmt. Da man aber praktisch die Wahl der Konstanten R_n, L_n, C_n fast nie in der Hand hat, so wird man sich also meist mit Näherungslösungen begnügen müssen.

Für den ganz speziellen Fall, daß $R_n = R$, $L_n = L$ und $C_n = C$ ist, gibt Lewis die strenge Lösung unter Berücksichtigung der allgemeinen Anfangsbedingung der s-ten Masche zur

Digitized by Google

Zeit $t = 0 : Q_{s,o} = Q_s$ an. Damit ist es grundsätzlich möglich, unter Berücksichtigung des zeitlich verschiedenen Ansprechens der einzelnen Zwischenfunkenstrecken den Verlauf der Stoßspannung durch Summation der Spannungsverläufe an den Einzelstufen genau zu berechnen. (Anm. des Ber.: Praktisch dürfte jedoch ein solches Verfahren kaum Bedeutung haben, da man einmal die genaue Zeitfolge der Zündmomente an den Zwischenfunkenstrecken, die von statischen Gesetzen abhängt, nie genau einhalten kann und da außerdem die Bestimmung der n Konstanten aus den Anfangsbedingungen im Augenblick der Zündung der letzten Zwischenfunkenstrecke bei einem vielstufigen Generator ein sehr mühseliges Geschäft ist.) Lewis begnügt sich daher mit der Berechnung des Spannungsverlaufs an einem zweistufigen Generator für den Fall $R_n = R$, $L_n = L$, $C_n = C$ einmal bei gleichzeitiger und zum andern bei um 0,1 µs gegeneinander verzögerter Zündung der beiden Zwischenfunkenstrecken. Für den praktischen Ingenieur führt die zwar nicht streng richtige Annahme gleichzeitiger Zündung sämtlicher Zwischenfunkenstrecken zu wesentlich übersichtlicheren und brauchbareren Formeln[1]).

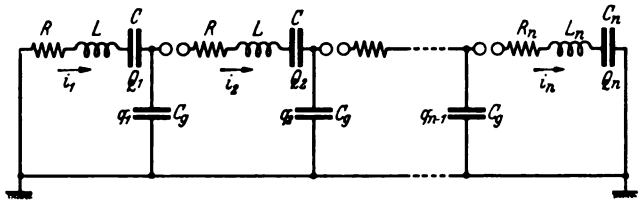


Abb. 2. Ersatzschaltbild des Stoßspannungsgenerators.

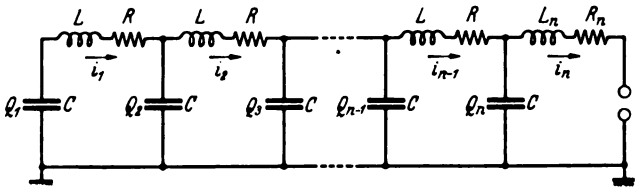


Abb. 3. Ersatzschaltbild des Stoßstromgenerators.

In ganz ähnlicher Weise wie beim Stoßspannungsgenerator führt Lewis auch die Rechnung für einen Stoßstromgenerator nach Abb. 3 durch. Auch hier ergeben sich n Differentialgleichungen zweiter Ordnung für den zeitlichen Verlauf der Ladung an den n Gruppen. Eine strenge allgemeine Lösung dieser Differentialgleichungen ist auch hier nur für ganz bestimmte Werte von R_n und L_n möglich. Die Schwierigkeiten mit dem verschiedenen Einsatz der Zündung fallen allerdings diesmal weg, so daß die Bestimmung der Konstanten aus den Anfangsbedingungen sich wesentlich einfacher gestaltet. Es wird die strenge allgemeine Lösung für den Fall $R_n = R$, $L_n = L$ angegeben und für einen aus 10 Kondensatoren bestehenden Stromgenerator der Stromverlauf für die schwach gedämpfte und für die aperiodisch gedämpfte Grundschwingung berechnet. Weitere Überlegungen für den Fall $R_n \gg R$ zeigen, daß man bei Dämpfung durch einen einzigen konzentrierten Widerstand R_n zur Erzielung aperiodischen Stromverlaufs mit einem wesentlich niedrigeren Ohmwert als bei Dämpfung mittels verteilter Widerstände auskommt. Die letztere Rechnung ist allerdings nur näherungsweise durchführbar. [A. B. Lewis, J. Res. Nat. Bur. Stand. 17 (1936) S. 585; 9 S., 6 Abb.] *Els.*

621. 315. 615. 2. 015. 51 +. 017. 1 **Elektrische Beanspruchung von Isolierölen im Betriebe.** — In einem Ölgefäß besonderer Bauart werden gleichzeitig die Durchschlagspannung und der Verlustfaktor von betriebsmäßigen Isolierölen untersucht. Das Prüfgerät erinnert in seinem Aufbau an den bekannten Prüfkondensator für Öluntersuchungen nach Petersen, mit welchem für die Ermittlung der Durchschlagspannung eine Elektrodenanordnung aus mittelpunktsgleichen Halbkugeln vereinigt ist. Das durch Durchschläge in dem Prüfgerät verunreinigte Öl kann durch Öffnen eines Hahnes nach unten abströmen und frischem Öl Platz machen. Daher ist die äußere Elektrodenhalbkugel siebartig durchlöchert und mit einer weiteren Halbkugel, welche an der tiefsten Stelle den Ablaufhahn trägt, umgeben. Der Verfasser ist bestrebt, mit den Untersuchungen in diesem Gefäß eine Beziehung zwischen der Durchschlagspannung und dem Verlustfaktor in Ölen verschiedener, künstlich herbeigeführter Güte[1]) zu finden[2]). An Hand von weiteren Versuchen über die Durchbruchfeldstärke in Abhängigkeit von verschiedenen Elektrodenformen- und -abständen kommt der Verfasser dann zu dem endgültigen Ergebnis, die Ölfestigkeit nur bei festen Abständen der VDE-Elektroden zu bestimmen. Außerdem möchte er die allen Ölen eigne Streuung möglichst gering machen; es werden daher einmal in der Abhandlung an Stelle der VDE-Elektroden Prüfelektroden mit starker Feldlinienverdichtung, z. B. gekreuzte Kanten oder Spitzen empfohlen. (Anm. d. Ber.: Zum Vergleich mit anderen veröffentlichten Untersuchungen wäre auch die Angabe der Herkunft und der physikalischen Merkmale des untersuchten Öles wissenswert. Der Vergleich zwischen der Durchschlagspannung und dem Verlustfaktor würde besser unter gleichen Voraussetzungen für deren Ermittlung, also mit gleichen elektrischen Feldern durchgeführt werden. Er wird nämlich einmal schon erschwert, wenn die Durchschlagspannung zwischen mittelpunktsgleichen Halbkugeln und der Verlustfaktor zwischen Zylinderelektroden festgestellt werden. Noch schwieriger wird dieser Vergleich aber dadurch, daß nach dem Rande eines jeden einzelnen Siebloches der unteren Halbkugel hin eine Feldlinienverdichtung auftritt und somit überhaupt von einem einwandfrei bestimmbaren Feldbild abgegangen wird. Der Verfasser stellt selbst in seinen Versuchen den Einfluß der Feldform auf die Durchschlagspannung fest. Die angewandte Reinigungsart eines Ablassens des durch Durchschläge verunreinigten Öles reicht nicht aus, um die auf den Elektrodenflächen sich absetzenden Verunreinigungen, wie Fasern und Staubschicht zu entfernen, die infolgedessen das Ergebnis mit jedem neuen Durchschlagversuch ungünstiger beeinflussen. Schließlich bedeutet die Vernachlässigung der Streuung bei der Feststellung der Ölfestigkeit das Außerachtlassen eines weiteren wichtigen Kennzeichens der Ölbeschaffenheit, Gerade mit der für Verunreinigungen empfindlichen VDE-Funkenstrecke wird die jeder Ölfestigkeit zugeordnete Streuung besonders gut ermittelt. Man sollte daher unbedingt für die Feststellung der Ölfestigkeit die VDE-Funkenstrecke beibehalten, wobei man aber dem Vorschlag des Verfassers entsprechend einen festen Abstand vorschreibt.) [A. Matthias, Elektrizitätswirtsch. 36 (1936) S. 95; 5½ S., 15 Abb.] *Cdi.*

Verschiedenes.

AEF-Normen. — Der AEF (Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen) hat kürzlich Entwürfe aufgestellt, die nach Abschluß der Beratungen als Normenblätter herausgegeben werden sollen:

DIN 1305 Masse, Gewicht, Menge — Begriffsbestimmungen [ETZ 58 (1937) H. 12, S. 332.]

DIN 1306 Dichte und Wichte — Begriffsbestimmungen [ETZ 58 (1937) H. 12, S. 334].

DIN 1338 Form und Anordnung von Buchstaben und Größen beim Formeldruck [ETZ 58 (1937) H. 11, S. 308].

Da es erwünscht ist, daß möglichst viele Fachleute die Entwürfe prüfen und etwaige Einwände dem Deutschen Normenausschuß (Berlin NW 7, Dorotheenstraße 40) mitteilen, weisen wir hier nochmals auf die Entwürfe hin.

[1]) Vgl. R. Elsner, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 445.

[1]) Die vom Verfasser angegebenen Verfahren zur Beeinflussung der Ölfestigkeit wandte bereits Rebhan an, VDE-Fachberichte 5 (1931) S. 17 und ETZ 54 (1933) S. 4.

[2]) Über eine ähnliche Beziehung zwischen der Stromaufnahme bei Wechselspannung und der Durchbruchfeldstärke berichtet E. Conradi, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 677.

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Die Betriebsschaubilder des Brünner Kraft-Fernheizwerkes.

Von Otto Knab VDE, Köln.

621. 311. 012. 001. 4

Übersicht. Die Stromversorgung Süd- und Südwest-Mährens und die Heizdampfversorgung Brünns werden zunächst beschrieben und über die Zubauten an Maschinen berichtet, die in letzter Zeit das Brünner Kraft-Fernheizwerk erfahren hat. Die Betriebsschaubilder des Brünner Kraft-Fernheizwerkes werden gebracht; so wird das Dampfverbrauchs- und Wärmeverbrauchs-Schaubild ausführlich beschrieben.

Das Brünner Kraft-Fernheizwerk[1]) arbeitet auf der elektrischen Seite parallel mit dem Dampfkraftwerk Oslawan und dem Wasserkraftwerk Frain an der Thaya auf ein gemeinsames Stromnetz, das Süd- und Südwestmähren, also das ganze Versorgungsgebiet der Westmährischen Elektrizitätswerke AG. umspannt, wobei Brünn zufolge seiner großen Industrie und Bevölkerungszahl den Schwerepunkt des gesamten Stromverbrauches bildet[2]). Hierbei trägt das Dampfkraftwerk Oslawan die Grundlast. Zur Deckung der Spitzenlasten kann sowohl das Brünner Kraft-Fernheizwerk als auch das Wasserkraftwerk Frain herangezogen werden. Letzteres kann besonders zur Hochwasserzeit diese Rolle gut übernehmen. Das Wasserkraftwerk Frain besitzt für das eigene Ortsnetz Überspannungsschutz und selbsttätige Spannungsregelung, um dieses vor Überspannungen zu schützen, die zufolge der vorbeschriebenen Arbeitsweise auf die Fernleitung zur Versorgung von Brünn dort je nach Belastungsgrad auftritt. Das Brünner Kraft-Fernheizwerk versorgt, was Fernheizung anbelangt, nur das Gebiet der Stadt Brünn.

Über die Einrichtungen und die Arbeitsweise des Brünner Kraft-Fernheizwerkes unterrichten die beiden Abhandlungen[1])[2]). Diese müssen hier jedoch heute ergänzt werden. Im Jahre 1930 wurden, den Erfordernissen der Industrie entsprechend, nur die notwendigsten Maschineneinrichtungen getroffen; diesen Ausbauzustand gibt die Abb. 1 der ETZ 56 (1935) S. 346 wieder. Im Laufe der Zeit hat man diese Einrichtungen ergänzt, und zwar sind heute zwei weitere Turbogeneratoren den bisherigen parallel geschaltet. Um die Deckung des Eigenverbrauches vom Stromnetz unabhängig zu machen, wurde ein Kondensations-Maschinensatz für 10 ata Frischdampfdruck und eine Leistung von 1500 kW aufgestellt, der im Dampfwege hinter die Gegendruckturbinen geschaltet ist, im Notfalle jedoch seinen Antriebsdampf auch über die Reduzier-Kühleinrichtung unmittelbar von den Hochdruckkesseln erhalten kann. Elektrischerseits ist der Drehstromgenerator für den Eigenbedarf parallelgeschaltet mit den Hauptmaschinen. Außerdem wurde für die Kondensationsanlage $T_1 G_1$ eine Reservemaschine von 7000 kW bei sonst gleichen Betriebsbedingungen erbaut.

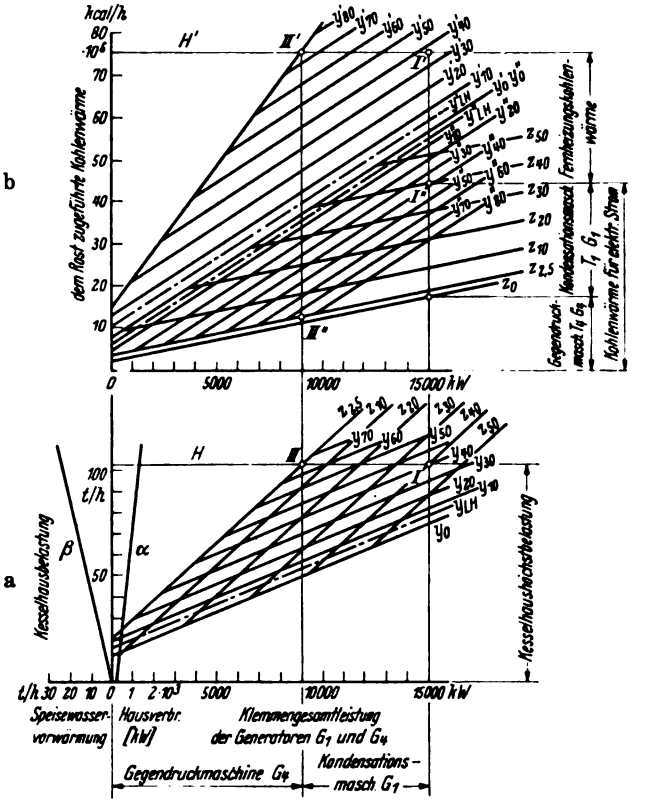
Nun sei auf die Betriebsschaubilder der Abb. 1 und 2 eingegangen, die der Verfasser auf Grund der betriebstechnischen Messungen und Angaben des Direktors des Brünner Kraft-Fernheizwerkes Herrn Kleinberg in Zusammenarbeit mit diesem aufgestellt hat.

Betont sei, daß diesen Betriebsschaubildern der alte Betriebsfall ohne Hausturbine zugrundeliegt, wo also nur $T_4 G_4$ und $T_1 G_1$ in alter bekannter Weise bei Hintereinanderschaltung ihrer Dampfwege und Parallelschaltung elektrischerseits im Betriebe sind, den Dampf von zwei Hochdruckkesseln geliefert bekommen, wobei die beiden anderen Gegendrucksätze je 4500 kW, die Reservekondensationsturbine 7000 kW, die Hausturbine 1500 kW und zwei Hochdruckkessel stillstehen. Der Eigenverbrauch wird vom Netz gedeckt.

In den Betriebsschaubildern der Abb. 1 und 2 ist in beiden Bildern auf der Abszissenachse die Summe der Klemmenleistungen der beiden Drehstromerzeuger aufgetragen.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 345.
[2]) Siehe ETZ 56 (1935) S. 588.

Auf Abb. 1 a sehen wir die Dampfverbrauchskurven. Als Ordinaten sind die Kesselhausbelastungen aufgetragen. Bei der getroffenen Betriebsanordnung ist die Kesselhaushöchstbelastung 103 t Dampf je Std. Die Linien Z (näherungsweise Geraden) sind die Dampfverbrauchslinien der Kondensationsmaschine, der Leerlaufverbrauch beträgt 2,5 t



a Dampfverbrauchs-Schaubild
b Schaubild des Verbrauches an Kohlenwärme auf dem Rost

Abb. 1. Betriebsschaubilder des Brünner Kraft-Fernheizwerkes.

Dampf je Std., die Linie $Z_{2,5}$ ist die Leerlaufgerade der Maschine. Die Linien Z_{10}, Z_{20} usw. entsprechen den Belastungen der Kondensationsmaschine von 10, 20 t/h. Die Linien Y sind solche konstanter Heiznetzbelastung am Dampfverteiler. Y_0 ist die Stillstandslinie des Heiznetzes, Y_{LH} ist die Leerlauflinie des Heiznetzes. Der Leerlaufverbrauch beträgt 5 t/h. Die Verluste der Heizfernleitung bei ihren verschiedenen Belastungen sind nicht wesentlich höher als die Leerlaufverluste, denn mit wachsender Belastung wächst zwar die Dampfgeschwindigkeit, es steigt aber auch die Dampfüberhitzung. Der Einfluß dieser beiden Umstände auf die Wärmeverluste (auf die Wärmeübergangszahl) ist entgegengesetzt und gleicht die Wirkungen fast aus, so daß die Verluste bei Belastung nicht wesentlich höher sind als bei Leerlauf, das bestätigt auch die Erfahrung.

Die Kurve α gibt an den Hausverbrauch in kW, die Kurve β die zur Speisewasservorwärmung auf 180 ° notwendige Anzapfdampfmenge in Tonnen je Std.

Der Höchstkesselhausbelastung von 103 t/h Dampf entspricht im Dampfverbrauchsschaubild die Waagerechte H, im Wärmeverbrauchsschaubild (Abb. 2) die Waagerechte H'. Im Dampfverbrauchsschaubild schneidet die Linie H auf der Linie α den Hausverbrauch von 1300 kW ab und auf der Linie β die zur Speisewasservorwärmung auf 180 ° C notwendige Anzapfdampfmenge von 23 t/h

Digitized by Google

ab. Der Hausverbrauch und die Anzapfdampfmenge zur Speisewasservorwärmung bleiben bei konstanter Kesselhausbelastung auch ungefähr konstant, sind also im großen und ganzen unabhängig davon, wie im Pendelbetriebe Heiznetzbelastung mit Belastung der Kondensationsmaschine schwankt. Bewegen wir uns auf der Waagerechten H zwischen Punkt I und II, dann durchlaufen wir mögliche Betriebspunkte, bei denen Heiznetzbelastung mit Belastung der Kondensationsmaschine schwankt, als Summe beider sich jedoch ein konstanter Wert von 50 t/h Dampf ergibt.

In Abb. 2 ist das Wärmeverbrauchs-Schaubild gezeichnet, als Ordinate ist hier die den Kesselrosten zugeführte Kohlenwärme aufgetragen. Der Punkt I' ist gekennzeichnet durch die höchste Rostbelastung, diese ist $76 \cdot 106$ kcal/h und dadurch, daß er gleichzeitig der Höchstbelastung der elektrischen Generatoren von 15 000 kW entspricht. Die ins Heiznetz geschickte Dampfmenge lesen wir in Abb. 1 Punkt I mit 40 t/h ab. Diese Heizdampfmenge und die Belastung der Kondensationsturbine, diese beträgt ebenfalls 40 t/h Dampf, vermehrt um den auf der Linie β abgelesenen Wert von 23 t/h für Speisewasservorwärmung ergibt in allen Betriebspunkten stets den Wert der Kesselhausbelastung, das ist in Punkt I 103 t/h Dampf.

Im Betriebspunkte I ist der thermische Gesamtwirkungsgrad des ganzen Kraftfernheizwerkes 51 %. Diese Zahl ergibt sich als Quotient aus der elektrischen Nutzleistung vermehrt um die am Dampfverteiler gemessene Heizfernleistung und der auf den Rosten aufgewendeten Kohlenwärme je Zeiteinheit. Die elektrische Nutzleistung ergibt sich durch Abzug des Eigenverbrauches von der Gesamtleistung an den Klemmen. Der Betrieb innerhalb eines Tages schwankt dauernd, ebenso sind ständig Schwankungen innerhalb eines Jahres. Tragen wir alle diese Betriebspunkte in den Schaubildern auf, dann erfüllen diese die Fläche, die eingeschlossen ist von den Linien H, $Z_{2,5}$ und $Y_{I,H}$.

Der thermische Gesamtwirkungsgrad für ein ganzes Jahr muß errechnet werden aus der Summe sämtlicher Nutzleistungen und aufgewendeter Leistung, man kann einen solchen Jahresdurchschnitt im Schaubilde nicht ablesen.

Zusammenfassung.

Die Betriebsschaubilder — Dampf- und Wärmeverbrauchsschaubild eines neuzeitlichen Kraft-Fernheizwerkes, das der Heizdampf- und Stromversorgung einer neu errichteten Textilindustriestadt dient, werden gebracht und die Arbeitsweise des Werkes wird nach ihnen beschrieben. Die Schaubilder veranschaulichen gut den Wechsel zwischen Heizbetrieb und Kondensationsbetrieb und geben die Kohlenwärmen an, die auf sie entfallen. Es ist wertvoll, die Jahresdurchschnittsverbrauche in die Schaubilder einzutragen und den Schwerpunkt dieser näherungsweise zum Betriebspunkt des ganzen Jahres zu machen. Wenn dies auch theoretisch nicht richtig ist, gibt es ein sehr wertvolles Endergebnis zum praktischen Gebrauch. Man kann für jedes Jahr diesen Betriebspunkt eintragen und hat die Möglichkeit, die Jahresergebnisse untereinander zu vergleichen.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke[1].

621. 311. 1. 003

[Bemerkungen zur Zahlentafel auf S. 753.]

Zu Nr. 44. Berliner Kraft und Licht (Bewag) AG. Stromabsatz 1355 (1258) Mill kWh; Steigerung 7,7%; Steigerung der Stromeinnahmen 5,3%; Hochspannungsstrom-Absatz +11,3%; Fahrstrom-Absatz +2,7%. Die im Jahre 1931 eingeführte Kurzarbeit konnte aufgehoben werden.

Zu Nr. 45. RWE. Stromabgabe 4020,8 (3475,6) Mill kWh. Steigerung 15,6%; während die nutzbare Kraftstromabgabe auf 3882 (3344) Mill kWh, also um 16% stieg, betrug die Steigerung der Lichtstromabgabe nur 6%. — 139,6 (131,6) Mill kWh. — Die Gesamtstromabgabe des RWE und seiner Konzern-Unternehmungen ist auf 5500 (4700) Mill kWh angewachsen. 54 eigene oder den Konzerngesellschaften gehörige und 41 in fremden Besitz befindliche lieferpflichtige Kraftwerke arbeiten jetzt regelmäßig im Verbundbetrieb, abgesehen von der großen Zahl nicht lieferpflichtiger, aber Abfallenergie liefernder Werke. Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder im Strombetrieb betrug am 30. 6. 36 7692 (7328).

Zu Nr. 46. Landeselektrizität G. m. b. H. Halle. Nutzbare Stromabgabe 117,2 (106,1) Mill kWh. Zuwachs 10½%, davon Großabnehmer 83 Mill (+10%), Kleinabnehmer 34,2 Mill (+12%). 1716 Ortschaften wurden unmittelbar, 114 mittelbar versorgt.

Zu Nr. 47. Nordwestdeutsche Kraftwerke AG. Die Steigerung der Stromabgabe gegen das Vorjahr betrug 16,74%, sie verteilte sich auf die versorgten Städte mit 10,03%, bei den Landgebieten 27,29%, bei der Industrie 9,96%. In eigenen Werken wurden erzeugt und dazu bezogen 325,3 (279,4) Mill kWh.

Zu Nr. 48. Landkraftwerke Leipzig AG., Kulkwitz. Die nutzbare Stromabgabe betrug 122,8 (101,6) Mill kWh, Steigerung rd. 21%. Sie verteilt sich mit 92% auf Hochspannungs- und mit 8% auf Niederspannungsabnehmer. Die Gefolgschaft erhöhte sich auf 544 Personen.

Zu Nr. 49. Großkraftwerk Mannheim. Stromabsatz 205,8 (194,8) Mill kWh. Steigerung 5,6%; die Arbeitszeit konnte von 36 auf 40 Std. wöchentlich erhöht werden.

Zu Nr. 50. Vereinigte Saar-Elektrizitäts AG. Es ist das erste volle Geschäftsjahr nach der Rückkehr des Saargebietes in das Mutterland. Mit dem 1. 1. 1935 wurde die Geschäftsführung der Gesellschaft nach den deutschen Gesetzesvorschriften umgewandelt und eine Reichsmark-Eröffnungsbilanz aufgestellt. Die nutzbare Stromabgabe betrug 66,37 (64,77) Mill kWh, Steigerung 2,47%. Davon entfielen auf Lichtstrom +7,6, Kleinkraftstrom +3,4, Haushaltstrom +20,3, Großabnehmer + 2,08%. Die Gefolgschaft zählte am Jahresschluß 254 Personen.

Zu Nr. 51. Rhein-Main-Donau AG., München. Die von der Oeffa im Jahre 1933 bereitgestellten Mittel sind im Geschäftsjahr restlos aufgebraucht und abgerechnet worden. Die Stromerzeugung betrug 315,0 (266,2) Mill kWh, Steigerung 18%. Die Großkraftwerk Franken A.G. hat den Stromlieferungsvertrag gekündigt und verlangt unter Hinweis auf die Fortschritte der Dampfstromtechnik eine sehr beträchtliche Ermäßigung des Strompreises. Die Frage unterliegt z. Z. der Prüfung und Entscheidung durch das Reichswirtschaftsministerium.

Zu Nr. 52. Stadtwerke Leipzig, Elektrizitätswerk. Nutzbare Abgabe 154,7 (136,1) Mill kWh; Steigerung 13,69%.

Zu Nr. 53. Städtische E-W München. Die nutzbare Stromabgabe im unmittelbar versorgten Stadtgebiet stieg um 5,9%, die Gesamtabgabe um 2,2%.

Zu Nr. 54. Amperwerke Elektrizitäts AG. Die Stromerzeugung einschl. Bezug betrug 105,5 (104,1) Mill kWh, sie ist um 1,36% gestiegen.

Zu Nr. 55. Main-Kraftwerke AG. Die nutzbare Abgabe betrug 134,3 (136,6) Mill kWh. Der Rückgang wurde durch den Fortfall eines Großabnehmers bedingt. Läßt man diese Lieferung unberücksichtigt, so ergibt sich eine Steigerung von 14,2%.

Zu Nr. 56. Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern AG., Waldshut a/Rh. Die Erzeugung betrug 580,7 Mill kWh.

Zu Nr. 57. Mittlere Isar-AG., München. Der Betrieb der Anlage wird von der Bayernwerk A.G. geführt. Aus dargebotener Wasserkraft wurden 205 Mill kWh Drehstrom und 172 Mill kWh Einphasenstrom erzeugt.

Zu Nr. 58. Walchenseewerk AG., München. Der Betrieb wird von der Bayernwerk AG. geführt. Die Stromerzeugung betrug 181 Mill kWh; Steigerung gegen das Vorjahr rd. 8%.

Zu Nr. 59. Städtisches Elektrizitätswerk Mannheim. Die nutzbare Stromabgabe betrug 73,1 (67,8) Mill kWh, erfuhr demnach eine Steigerung um 7,88%.

Zu Nr. 60. Elektrizitätsverband Gröba (Zweckverband Radebeul II). Das Eigenkapital besteht aus aufgesparten Rücklagen. Der erzielte Reingewinn wird nicht ausgeschüttet, sondern zur Verbesserung und Erweiterung der Werkanlagen verwendet. Die nutzbare Stromabgabe betrug 188,7 (179,6) Mill kWh; Steigerung 5,04%.

[1] Vgl. ETZ 58 (1937) H. 1, S. 22.

Digitized by Google

Vermögensaufstellung und Ertragsrechnung.

Die Zahlen des letzten Geschäftsjahres sind in stärkeren, stehenden Ziffern, die der früheren Jahre in schwächeren, schrägen Ziffern gedruckt. Die Werte sind in 1000 RM angegeben.

Lfd. Nr.	Namen Wohnsitz	Letzte Veröffentlichung i. d. ETZ	Letztes Betriebsjahr	Aktiva			Vermögensaufstellung Summe	Passiva					Ausgaben					Ertragsrechnung Summe	Erträgnisse		Verteilte Dividende
				Anlagevermögen	Beteiligungen	Umlaufsvermögen		Aktien- oder Grundkapital	Reserven u. Rücklagen	Wertberichtigungen	Verbindlichkeiten	Reingewinn	Betriebs- und Geschäftsunkosten	Abschreibungen u. Rücklagen	Zinsen	Steuern und soziale Abgaben	Gewinn		aus Betrieb	sonstige	
44	Berliner Kraft und Licht (Bewag) AG., Berlin	1936 S. 128 VII	1. 7. 35—30. 6.36	**672 125** *653 854*	— *3 340*	**77 580** *71 845*	**749 705** *729 039*	**240 000** *240 000*	**51 293** *60 637*	**254 700** *208 340*	**177 121** *193 470*	**26 591** *26 592*	**77 057** *75 724*	**29 262** *41 852*	**5 968** *6 406*	**16 858** *16 136*	**26 591** *26 592*	**155 737** *166 710*	**144 027** *136 754*	**11 710** *29 956*	**8%** *6%*
45	RWE, Rheinisch-Westfäl. Elektrizitätswerk AG., Essen	1936 S.1362 Nr.11	1. 7. 35—30. 6.36	**886 018** *823 030*	**109 226** *108 312*	**105 671** *126 431*	**1100 915** *1057 773*	**246 000** *246 000*	**140 962** *148 907*	**411 438** *378 945*	**287 493** *269 008*	**15 022** *14 913*	**40 500** *37 348*	**37 450** *28 092*	**11 693** *10 139*	**22 345** *26 321*	**15 023** *14 913*	**127 011** *116 813*	**104 308** *103 170*	**22 703** *13 643*	**6%** *6%*
46	Landeselektrizität G.m.b.H., Halle (Saale)	1937 S. 23 Nr. 27	1. 7. 35—30. 6.36	**59 835** *56 887*	**1 935** *2 166*	**11 424** *8 995*	**73 174** *68 048*	**7 500** *7 500*	**4 967** *4 107*	**42 675** *38 176*	**17 560** *17 963*	**492** *302*	**12 485** *12 038*	**3 765** *3 921*	**1 015** *962*	**1 260** *1 210*	**492** *302*	**19 017** *18 430*	**16 975** *16 263*	**2 042** *2 167*	**6%** *6%*
47	Nordwestdeutsche Kraftwerke AG., Hamburg	1937 S. 23 Nr. 41	1. 10. 35—30.9.36	**42 729** *41 571*	**0** *0*	**10 717** *10 502*	**53 446** *52 073*	**12 000** *12 000*	**4 206** *3 655*	**23 800** *22 400*	**12 522** *13 101*	**918** *917*	**4 201** *4 557*	**3 641** *3 747*	**154** *385*	**1 586** *1 198*	**918** *917*	**10 500** *10 804*	**9 996** *9 489*	**504** *1 315*	**6%** *6%*
48	Landkraftwerke Leipzig AG., Kulkwitz	1937 S. 23 Nr. 31	1. 7. 35—30.6. 36	**25 160** *24 596*	**4 500** *1 114*	**7 565** *11 248*	**37 225** *36 958*	**16 000** *16 000*	**1 102** *1 419*	**12 183** *10 958*	**6 991** *7 723*	**949** *858*	**2 247** *2 263*	**1 777** *1 530*	**0** *0*	**1 019** *973*	**949** *858*	**5 992** *5 624*	**5 478** *5 009*	**514** *615*	**5½%** *5%*
49	Großkraftwerk Mannheim AG., Mannheim	1936 S. 128 V	1. 4.35—31. 3. 36	**23 340** *22 030*	**50** *50*	**2 982** *6 540*	**26 372** *28 620*	**6 150** *6 150*	**449** *1 012*	**13 591** *12 013*	**5 826** *9 174*	**356** *271*	**1 118** *1 243*	**1 613** *1 846*	**186** *280*	**424** *439*	**356** *271*	**3 697** *4 079*	**3 257** *3 442*	**440** *637*	**4%** *4%*
50	Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG., Saarbrücken	1935 S. 1234 IX	1. 1.—31. 12. 35	**8 891** *2 358*	**8** *9*	**1 457** *1 577*	**10 356** *9 938*	**4 000** *4 000*	**1 005** *1 290*	**2 145** *2 780*	**1 958** *1 868*	**248** *0*	**1 504**	**607**	**76**	**153**	**248**	**2 588**	**2 387**	**201**	**6%**
																Reichsmark-Eröffnungsbilanz						
51	Rhein-Main-Donau AG., München	—	1. 1.—31. 12. 35	**160 336** *149 709*	**3** *3*	**11 603** *12 677*	**173 040** *162 389*	**31 100** *31 100*	**1 124** *229*	**13 180** *12 823*	**127 636** *118 239*	**(—1098)** *0*	**1 466** *1 347*	**2 920** *5 752*	**1 609** *1 786*	**631** *286*	**(—1098)** *0*	**6 626** *9 101*	**4 786** *4 738*	**742** *4 363*	**0%** *0%*
52	Stadtwerke Leipzig, Elektrizitätswerk, Leipzig	1936 S. 128 IX	1.4.35—31.3.36	**97 962** *97 232*	**3** *3*	**9 346** *8 952*	**107 311** *106 187*	**44 560** *13 069*	**3 906** *6 112*	**49 290** *75 575*	**9 555** *11 431*	— —	**6 716** *6 523*	**2 522** *401*	**412** *395*	**185** *209*	**14 443** *14 517*	**24 093** *22 045*	**22 512** *21 632*	**1 581** *413*	— —
53	Städt. Elektrizitätswerke München	—	1.4.35—31.3.36	**186 803** *185 922*	**0** *0*	**20 810** *19 731*	**207 613** *205 658*	**46 453** *42 143*	**0** *0*	**86 585** *79 983*	**74 575** *83 577*	— —	**7 950** *8 576*	**8 448** *7 906*	**3 123** *4 553*	**3 948** *1 654*	**8 234** *6 927*	**31 703** *29 616*	**23 089** *23 197*	**8 614** *6 419*	— —
54	Amperwerke Elektricitäts-AG., München	1936 S. 128 VIII	1.7.35—30.6.36	**49 198** *47 996*	**0** *0*	**2 350** *2 337*	**51 548** *50 333*	**28 000** *28 000*	**3 898** *3 483*	**12 360** *11 515*	**5 271** *5 357*	**2 019** *1 978*	**3 590** *3 405*	**1 158** *1 089*	**256** *335*	**1 802** *1 341*	**2 019** *1 978*	**8 825** *8 148*	**8 289** *7 720*	**536** *428*	**6%** *6%*
55	Main-Kraftwerke AG., Frankfurt a/M.-Höchst	1935 S. 1132 VIII	1. 1.—31. 12. 35	**43 823** *43 109*	**2 116** *2 116*	**2 937** *2 867*	**48 876** *48 092*	**22 400** *22 400*	**2 662** *2 363*	**10 935** *9 802*	**11 964** *12 618*	**915** *909*	**2 250** *2 110*	**1 168** *1 165*	**614** *666*	**1 335** *1 040*	**915** *909*	**6 282** *5 891*	**5 838** *5 301*	**444** *590*	**4%** *4%*
56	Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern AG., Waldshut am Rhein	—	1.7.35—30.6.36	**51 927** *51 618*	**0** *0*	**4 931** *5 895*	**56 858** *57 513*	**16 000** *16 000*	**528** *523*	**2 228** *1 329*	**37 219** *38 779*	**883** *882*	**435** *351*	**1 016** *1 037*	**2 015** *1 997*	**1 040** *835*	**883** *882*	**5 389** *5 103*	**5 341** *5 110*	**48** *3*	**5%** *5%*
57	Mittlere Isar AG., München	1935 S. 625 IX	1.10.35—30.9.36	**91 169** *91 241*	**0** *0*	**1 356** *774*	**92 525** *92 015*	**27 000** *27 000*	**2 423** *2 451*	**12 538** *10 939*	**50 535** *51 594*	**29** *31*	**113** *96*	**1 894** *1 976*	**763** *856*	**42** *20*	— *31*	**2 812** *2 979*	**2 491** *1 804*	**321** *1 175*	**0%** *0%*
58	Walchenseewerk AG., München	1935 S. 625 VIII	1.10.35—30.9.36	**23 951** *24 008*	**0** *0*	**2 899** *2 450*	**26 850** *26 458*	**5 000** *5 000*	**1 298** *1 298*	**7 208** *6 462*	**13 318** *13 672*	**26** *26*	**30** *27*	**813** *903*	**146** *183*	**17** *17*	— *26*	**1 006** *1 156*	**891** *711*	**115** *445*	**0%** *0%*
59	Städtische Wasser, Gas- und Eltwerke, Mannheim	—	1.4.35—31.3.36	Bilanzen und Vermögensaufstellungen werden nicht gegeben, sondern nur Betriebs- und Ertragsberichte der einzelnen Werke									**4 106** *4 022*	**1 327** *1 334*	**281** *278*	**829** *761*	**1 258** *1 028*	**7 801** *7 423*	**7 483** *7 099*	**318** *324*	— —
60	Elektrizitätsverband Gröba (Zweckverband), Radebeul	1935 S. 625 VI	1.1.—31.12.35	**49 196** *48 711*	**53** *53*	**7 196** *8 201*	**56 445** *56 965*	— —	**4 204** *3 930*	**26 916** *25 040*	**25 325** *27 995*	— —	**5 996** *5 106*	**2 603** *2 935*	**972** *1 290*	**210** *220*	**10** —	**9 491** *9 551*	**8 757** *8 892*	**734** *659*	— —
61	Elektrizitätswerke der Hansestadt Köln, Köln a/Rh.	—	1.4.35—31.3.36	**58 396** *58 302*	**1 471** *1 471*	**5 426** *6 597*	**65 293** *66 370*	**26 594** *27 119*	**145** *611*	**21 410** *19 730*	**17 144** *18 910*	— —	**10 834** *11 358*	**2 234** *2 843*	**361** *548*	**2 940** *180*	**12 523** *15 624*	**28 892** *30 553*	**26 529** *26 402*	**2 363** *4 151*	— —
62	Mitteldeutsche Kraftwerke Magdeburg AG., Magdeburg	—	1.4.35—31.3.36	**19 568** *19 129*	**250** *250*	**7 965** *8 964*	**27 783** *28 343*	**10 000** *10 000*	**466** *653*	**8 119** *7 038*	**9 055** *10 647*	**143** *5*	**1 566** *796*	**1 121** *2 944*	**163** *280*	**835** *377*	**143** *5*	**3 828** *4 402*	**2 298** *2 176*	**1 530** *2 226*	**2%** *0%*

Digitized by Google

Zu Nr. 61. Elektrizitätswerke der Hansestadt Köln. Die nutzbare Stromabgabe betrug 220,9 (207,5) Mill kWh; Steigerung 6,46%.

Zu Nr. 62. Mitteldeutsche Kraftwerke Magdeburg AG. Das Geschäftsjahr 1935/36 stellt gleichzeitig das erste volle Betriebsjahr des Unternehmens dar. Abgegeben wurden nutzbar 173,0 kWh. Die noch rückständigen Einzahlungen auf das 10 Mill RM betragende A.-K. sind mit 1,485 Mill RM im Umlaufsvermögen unter ausstehende Forderungen enthalten. Der durch die Umschuldung der Amerika-Anleihe erzielte Buchgewinn ist nach Tilgung des Restbestandes von 275 000 Dollar mit 1,174 Mill RM restlos zur Abschreibung verwendet worden. *Trb.*

Patenteinigungsstelle bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie. — Bei der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie ist seit dem 1. 6. d. J. eine Patenteinigungsstelle eingerichtet worden. Sie hat die Aufgabe, in Patent- und Gebrauchsmusterstreitigkeiten der Mitglieder der Gruppe untereinander und mit Außenstehenden eine gütliche Einigung herbeizuführen, ehe es zu einer Inanspruchnahme der dafür vorgesehenen staatlichen Stellen kommt. Die Patenteinigungsstelle wird sich insbesondere mit Fragen der Rechtsbeständigkeit, der Auslegung und der Benutzung bzw. Verletzung gewerblicher Schutzrechte befassen. In diesem Rahmen wird sie auch für einzelne Mitglieder ohne Parteiverfahren eine beratende Tätigkeit ausüben. Alles was mit der Nachsuchung von Patenten und Gebrauchsmustern, also mit dem Anmeldeverfahren zusammenhängt, bleibt außerhalb des Geschäftsbereichs der Einigungsstelle. Besondere Gebühren werden für diese Tätigkeit nicht erhoben. Die Leitung der Einigungsstelle ist dem ehemaligen Direktor im Reichspatentamt, Herrn Geheimen Regierungsrat Dr. Kahle, übertragen worden. Als Sachbearbeiter wird Herr Dipl.-Ing. Schindler tätig sein.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Elektro-Einfuhr 1936 von Estland, Lettland, Litauen. — Die in den Zahlentafeln dargestellte Elektro-Einfuhr 1936 zeigt für die drei Länder eine durchaus verschiedene Entwicklung der Einfuhr 1936 gegenüber dem Vorjahr. In Estland (Zahlentafel 1a und 1b) ist eine weitere Einfuhrzunahme gegenüber 1935 von insgesamt 1 Mill RM oder 52% eingetreten, zu der von den Hauptwarengruppen insbesondere Maschinen und Kabel und isolierte Drähte und Rundfunkgerät beigetragen haben. Die lettische Einfuhr (Zahlentafel 2a und 2b) blieb 1936 gegenüber dem Vorjahr fast unverändert, lediglich die Einfuhr von elektrischen Maschinen ist um 16% gestiegen, die übrigen größeren Einfuhrgruppen haben wertmäßig kaum eine Veränderung erfahren, während die Gruppe „Sonstige" einen Rückgang aufzuweisen hat. Die Elektro-Einfuhr von Litauen (Zahlentafel 3a und 3b) ging 1936 gegenüber dem Vorjahr um 1 Mill RM oder 33% zurück. Hauptträger des Rückganges ist die Gruppe Telegraphie und Telephonie mit Draht, die im Jahre 1935 infolge einer großen Lieferung aus Großbritannien auf über 30% der Gesamt-Einfuhr stieg, um 1936 wieder auf 3% zurückzufallen. Rückläufig war außerdem die Einfuhr von Kabeln und Drähten und Rundfunkgerät, während in den anderen Gruppen Einfuhrsteigerungen zu verzeichnen sind. Unter den Lieferländern steht Deutschland in Estland mit fast 52%, in Lettland mit 68% und in Litauen mit 31% an erster Stelle. Zweitgrößtes Lieferland waren für Estland und Lettland die Niederlande mit fast 19%, für Litauen Großbritannien mit 16%. In Litauen stehen die Niederlande mit 11% an dritter Stelle, gefolgt von Belgien und der Tschechoslowakei, in Estland seien als größere Lieferländer mit zusammen 15% Anteil an der Gesamt-Einfuhr noch genannt Großbritannien und Schweden.

Zahlentafel 1a. Estland: Elektro-Einfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1935		1936		Ant. a. d. Ges.-El.-Einfuhr 1935	1936
	dz	1000 RM	dz	1000 RM	%	%
Elektr. Maschinen, Transformatoren u. Teile	438	138	1 682	296	7,0	10,1
Kabel und isollerte Drähte	4518	267	10 603	532	13,7	17,9
Meß- u. Zählvorrichtungen	128	111	197	136	5,7	4,6
Schalt- u. Sicherheitsapparate	616	153	887	208	7,9	7,0
Glühlampen	245	231	292	250	11,9	8,5
Rundfunkgeräte u. Teile davon	1017	756	1 706	1108	38,9	37,4
Sonstige	.	289	.	430	14,9	14,5
Insgesamt		1945		2960	100	100

Zahlentafel 1b. Estland: Elektro-Einfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1])	1934	1935	1936	Anteil an der Gesamt-Elektro-Einfuhr 1934	1935	1936
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Deutschland	691	1024	1537	54,0	52,6	51,9
Niederlande	101	328	556	7,9	16,9	18,8
Großbritannien	70	170	228	5,5	8,7	7,7
Schweden	124	111	216	9,7	5,7	7,3
Lettland	32	23	114	2,5	1,2	3,9
Finnland	67	71	91	5,2	3,7	3,1
V.S Amerika	66	111	88	5,2	5,7	3,0
Sonstige Länder	128	107	130	10,0	5,5	4,3
Insgesamt	1279	1945	2960	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1936.

Zahlentafel 2a. Lettland: Elektro-Einfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1935		1936		Anteil a. d. Ges.-El.-Einfuhr 1935	1936
	dz	1000 RM	dz	1000 RM	%	%
Elektr. Maschinen, Transformatoren u. Teile davon	2745	482	2924	562	24,6	28,5
Elektr. Meß- u. Zählvorrichtungen	51	101	55	101	5,1	5,1
Schalt- u. Sicherheitsapparate	847	375	799	374	19,2	18,9
Glühlampen u. Teile davon	231	112	331	123	5,7	6,2
Rundfunkgeräte	181	477	135	464	24,4	23,5
Sonstige	.	412	.	353	21,0	17,8
Insgesamt		1959		1977	100	100

Zahlentafel 2b. Lettland: Elektro-Einfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1])	1934	1935	1936	Anteil an der Gesamt-Elektro-Einfuhr 1934	1935	1936
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Deutschland	1076	1254	1346	56,9	64,0	68,1
Niederlande	381	414	371	20,1	21,2	18,8
V.S. Amerika	85	65	75	4,5	3,3	3,8
Großbritannien	68	93	51	3,6	4,8	2,6
Sonstige Länder	281	133	134	14,9	6,7	6,7
Insgesamt	1831	1959	1977	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1936.

Zahlentafel 3a. Litauen: Elektro-Einfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1935		1936		Ant. a. d. Gesamt-El.-Einfuhr 1935	1936
	dz	1000 RM	dz	1000 RM	%	%
Elektr. Maschinen, Transformatoren u. Teile davon	1295	285	1439	305	9,5	15,0
Kabel u. isollerte Drähte	4383	356	2980	190	11,8	9,3
Elektr. Meß- u. Zählvorrichtungen	80	74	102	94	2,5	4,6
Elektrische Lampen	181	133	228	172	4,4	8,4
Telegraphie u. Telephonie mit Draht	1024	947	99	61	31,5	3,0
Rundfunkgeräte u. Teile einschl. Röhren	912	732	990	626	24,3	30,7
Sonstige	.	477	.	592	16,0	29,0
Insgesamt		3004		2040	100	100

Zahlentafel 3b. Litauen: Elektro-Einfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1])	1934	1935	1936	Anteil a. d. Ges.-El.-Einf. 1934	1935	1936
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Deutschland	817	407	639	43,3	13,5	31,3
Großbritannien	457	1540	335	24,5	51,3	16,4
Niederlande	280	391	226	14,8	13,0	11,1
Belgien-Luxemburg	61	93	168	3,2	3,1	8,2
Tschechoslowakei	37	173	141	2,0	5,8	6,9
Oesterreich	49	76	128	2,6	2,5	6,3
Sonstige Länder	186	324	403	9,8	10,8	19,8
Insgesamt	1887	3004	2040	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1936.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

39. Mitgliederversammlung des VDE in Königsberg/Pr. vom 5. bis 8. August 1937.

Fahrpreisermäßigung nach Königsberg.

Die Veranstaltung einer Gesellschaftsfahrt ($33^1/_3$% Ermäßigung) erübrigt sich in diesem Jahre, da jeder einzelne Reisende bei Lösung einer Ostpreußen-Rückfahrkarte eine Fahrpreisermäßigung von 40% genießt. Für die Ostpreußen-Rückfahrkarte ist kein Mindestaufenthalt vorgeschrieben. Auch ist beliebige Kombination zwischen Land- und Seeweg möglich; jedoch muß die Art der Kombination bei Lösung der Fahrkarte festgelegt werden.

Nähere Auskunft erteilen die Reisebüros.

Unterkunftsnachweis.

Der Unterkunftsnachweis zur VDE-Tagung in Königsberg erfolgt ausschließlich über die VDE-Geschäftstelle Königsberg.

Einzelanmeldungen, die direkt an Hotels gelangen, können von diesen nur, soweit möglich, berücksichtigt werden. Bereits dort eingegangene Zimmerbestellungen werden der VDE-Geschäftsstelle Königsberg zur endgültigen Erledigung überwiesen.

Danzig-Fahrt am Sonntag, dem 8. August 1937.

Tageseinteilung.

etwa	8^{00}	Abfahrt des Sonderzuges von Königsberg Hauptbahnhof über Elbing—Marienburg nach Danzig.
„	12^{00}	Ankunft in Danzig.
„	12^{00}—14^{00}	Mittagessen in Danziger Gaststätten.
„	14^{00}	Abfahrt zur Hafenbesichtigung Gruppe A: Danzig / Gdingen.
„	15^{00}	Stadtbesichtigung Gruppe B: Marienkirche, Katharinenkirche, Uphagenhaus, Rathaus Langgasse, Lachs.
„	18^{00}	Zusammentreffen der Gruppen A und B im Artushof. Begrüßung durch den Senatsvizepräsidenten Dipl.-Ing. Huth. Anschließend kurzer Vortrag über die wirtschaftliche und politische Lage Danzigs.
„	18^{40}	Abfahrt nach Zoppot Gruppe A in Autobussen über Oliva Gruppe B mit dem Dampfer durch den Danziger Hafen.
„	20^{00}	Gemeinsames Abendessen im Roten Saal des Kurhauses Zoppot. Anschließend Gelegenheit zur Besichtigung des Kurparks und des Spielkasinos.
„	24^{00}	Abfahrt im Sonderzug von Danzig nach Marienburg (bei genügender Beteiligung Anschluß an den Sonderzug nach Berlin).

Teilnehmerkarte

Nachmeldeschluß: 12. Juli 1937

Die Teilnehmerkarte für die Danzig-Fahrt berechtigt zur Teilnahme an allen oben angegebenen Veranstaltungen einschl. Verpflegung und Bedienungsgeld, aber ausschließlich Getränken. Zur Deckung persönlicher Unkosten wird jedem Teilnehmer in Danzig aus dem von ihm eingezahlten Reichsmarkbetrag ein Betrag in Danziger Währung zur Verfügung gestellt, dessen genaue Höhe noch mitgeteilt wird.

Jungmitglieder.

Die verbilligte Teilnehmerkarte für Jungmitglieder berechtigt ebenfalls zur Teilnahme an allen Veranstaltungen mit Ausnahme des Abendessens in Zoppot. Die Jungmitglieder treffen sich statt dessen ebenfalls um 20^{00} zu einem Kameradschaftsabend im Studentenhaus der Technischen Hochschule. Die Unkosten hierfür sind in der Teilnehmerkarte einbegriffen.

Übernachtung und Rückfahrt.

Die Rückfahrt kann mit dem abends gegen 24^{00} von Danzig abfahrenden Sonderzug erfolgen. Wahlweise können statt dessen Teilnehmer, die in Danzig zu übernachten wünschen (Sonderanmeldung an die Geschäftstelle des VDE Bezirk Ostpreußen, Mitgliederversammlung 1937, Königsberg/Pr., Mühlenberg 2—4, erforderlich), auch noch am Montag zurückfahren. Hierfür bestehen folgende Möglichkeiten:

1. Mit der Eisenbahn:
   Ab Danzig-Hauptbahnhof
   mit Anschluß nach Königsberg und Berlin 11^{00} } visumfrei
   mit Anschluß nach Berlin 23^{20} }
   mit Anschluß nach Königsberg und Berlin 13^{30} } poln. Durchreisevisum
   mit Anschluß nach Berlin 19^{00} } erforderlich.
   Für die Besorgung des polnischen Einzelvisums ist jeder Teilnehmer selbst verantwortlich.
2. Mit dem Autobus nach Marienburg oder Elbing:
   Ab Danzig vor dem Hauptbahnhof 12^{25} } visumfrei
   19^{00} }
   Die Fahrkarten Danzig—Marienburg müssen im Falle der Übernachtung von den Teilnehmern selbst gesondert gelöst werden.
3. Mit dem Seedienst:
   Ab Zoppot Seesteg:
   nach Swinemünde 16^{05}
   nach Pillau 8^{15}

Devisenbestimmungen.

Jeder Teilnehmer an der Danzig-Fahrt darf nach den Devisenbestimmungen des Deutschen Reiches höchstens 10.— RM in Hartgeld nach Danzig ausführen, soweit er nicht im Monat August diese Freigrenze bereits in Anspruch genommen hat. Dieser Betrag kann in Danzig in Danziger Währung nach dem Tageskurs umgewechselt werden. Wiederausfuhr der Guldenbeträge nach Deutschland ist unmöglich. In Königsberg und Marienburg haben die Teilnehmer an der Fahrt Gelegenheit, überschießende Geldbeträge, die sie mitführen, in eine Sammelkasse einzuzahlen. Das Geld kann entweder am Abend in Marienburg oder bei Besteigen des Dampfers in Zoppot wieder in Empfang genommen werden.

Paßbestimmungen.

Zur Einreise nach Danzig ist ein gültiger deutscher Reisepaß (Personalausweis genügt nicht) erforderlich. Einzelvisum ist nicht erforderlich. Die Einreise erfolgt auf ein Sammelvisum, das vom Verband Deutscher Elektrotechniker, Bezirk Danzig, besorgt wird.

Reisegepäck.

Um die Teilnehmer während des Danzig-Tages nicht mit Gepäck zu belasten, kann das Gepäck in Königsberg oder Marienburg zur Aufbewahrung abgegeben werden. Es läuft in einem besonderen Gepäckwagen mit, der in Marienburg stehen bleibt. Die Teilnehmer können ihr Gepäck entweder in Marienburg oder in Berlin wieder in Empfang nehmen. Teilnehmer, die mit dem Seedienst zurückreisen, können ihr Gepäck in Königsberg abgeben und beim Besteigen des Schiffes in Zoppot wieder in Empfang nehmen.

DANZIG ruft!

Wer nach Königsberg fährt, muß auch nach Danzig kommen.

Ausschuß für Hochfrequenztechnik.

Änderungen

zu

VDE 0855/1936

„Vorschriften für Antennenanlagen".

§ 6.

Antennenstützpunkte.

a) Nichtleitende Stützpunkte von mehr als 3 m Höhe müssen mit einem zu erdenden Blitzschutzdraht von 3 mm Durchmesser versehen sein.

Digitized by Google

Bekanntmachung.

Ausschuß für Hochfrequenztechnik.

Der Unterausschuß „Antennen" des Ausschusses für Hochfrequenztechnik hat die nachstehende Neufassung für § 6 und die folgende Änderung an § 9 von

VDE 0855/1936 „Vorschriften für Antennenanlagen"

ausgearbeitet, die durch den Vorsitzenden des VDE im Juli 1937 genehmigt worden sind und mit dem Tage der Veröffentlichung in Kraft treten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Leitende Stützpunkte bis 3 m Höhe sind mit einer Erdungsleitung von 3 mm Durchmesser, solche von mehr als 3 m Höhe nach den Richtlinien des Ausschusses für Blitzableiterbau (ABB) zu erden.

Die Höhen sind von dem Fußpunkt auf der Dachhaut aus zu messen.

Dachaufbauten aus Metall dürfen zum Tragen oder Befestigen von Antennen verwendet werden. Sofern für deren Erdung nicht bereits Vorschriften in den Richtlinien des ABB gegeben sind, sind sie mit einer Erdungsleitung von 3 mm Durchmesser zu erden.

Zu Dachaufbauten aus Metall gehören z. B. Gittermaste, Metallteile, wie Türmchen, Spitzen, Firmenschilder usw. Für die Erdung der Antennenstützpunkte oder der Blitzschutzdrähte können Metallteile der Gebäude — auch Heizungs- und Wasserleitungsrohre — verwendet werden, wenn sie selbst geerdet sind.

b) Verbindungen mit Blitzableiteranlagen müssen an den Verbindungsstellen eine Berührungsfläche von mindestens 10 cm² haben, sofern nicht genormte Bauteile (z. B. DIN VDE 1818, 1819, 1837 und 1845) verwendet werden.

c) Im Freien stehende Stangen, die als Abspannpunkte für Antennen benutzt werden und höher als 5 m sind, müssen mit einem Blitzschutzdraht von 3 mm Durchmesser versehen werden.

d) Bei Stabantennenanlagen mit Trägern aus nichtleitendem Werkstoff ist der Blitzschutzdraht oder ein mit ihm verbundener Metallteil nahe — mindestens auf 30 mm — an den aufnehmenden oder ausstrahlenden Teil der Antenne heranzuführen.

Wird die Antennenzuleitung nicht abgeschirmt an dem isolierenden Träger entlanggeführt, so kann auf einen besonderen Blitzschutzdraht verzichtet werden, jedoch ist eine Erdungsleitung von 3 mm Durchmesser am Fußpunkt des Trägers auf mindestens 30 mm an die Antennenzuleitung heranzuführen.

e) Bei Stabantennenanlagen mit Trägern aus leitendem Werkstoff ist dieser zu erden und zwar

bei einer Höhe bis 3 m mit einem Erdungsdraht von 3 mm Durchmesser,
bei einer Höhe über 3 m nach den Richtlinien des ABB.

An den aufnehmenden oder ausstrahlenden Teil ist ein mit dem geerdeten Träger verbundener Metallteil oder ein Draht von 3 mm Durchmesser nahe — mindestens auf 30 mm — heranzuführen.

§ 9.

Erdungsschalter.

Die Vorschrift c), Ziffer 3 erhält folgenden Wortlaut:

3. Der Abstand der mit der Antennenzuleitung und der mit der Empfängerzuleitung verbundenen Schaltkontakte muß mindestens 30 mm betragen. Das gleiche gilt für die mit der Abschirmung verbundenen Kontakte [siehe b)].

Die Isolation zwischen Abschirmung des Schalters und Abschirmung der Empfängerzuleitung sowie der mit ihr verbundenen Metallteile muß so bemessen werden, daß sie bei einer (1 min lang angelegten) sinusförmigen Wechselspannung von 50 kV (Effektivwert) nicht über- oder durchschlagen wird.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Elektrowärmegeräte.

Der Ausschuß für Elektrowärmegeräte hat einen Entwurf zu

VDE 0725 „Vorschriften für schmiegsame Elektrowärmegeräte"

aufgestellt, der nachstehend veröffentlicht wird. Einsprüche sind bis zum 30. September 1937 der Geschäftsstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

VDE 0725

Vorschriften für schmiegsame Elektrowärmegeräte.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.
§ 3.

III. Bestimmungen.

A. Allgemeines.
§ 4. Spannungen.
§ 5. Stromart.
§ 6. Aufnahme.

B. Bau.
1. Schutzmaßnahmen.
§ 7. Schutz gegen zufällige Berührung.
§ 8. Feuchtigkeitsschutz.
2. Einzelteile.
§ 9. Heizleiter, Heizkordel.
§ 10. Kriech- und Luftstrecken.
§ 11. Innere Verbindungsstellen.
§ 12. Innere Verbindungsleitungen.
§ 13. Schalter.
§ 14. Temperaturbegrenzer, Temperaturregler und Temperaturschmelzsicherungen.
3. Anschlüsse und Zuleitungen.
§ 15. Anschlüsse.
§ 16. Anschlußschnüre.
§ 17. Schutz der Anschlußschnur an der Einführungsstelle.
§ 18. Wandstecker.
4. Aufschriften.
§ 19.

C. Prüfung.
§ 20. Allgemeines.
1. Modellprüfung.
§ 21. Aufnahme.
§ 22. Mechanische Prüfungen.
§ 23. Spannungsprüfung der Regler.
§ 24. Alterungsprüfung des Feuchtigkeitsschutzes.
§ 25. Feuchtigkeitsprüfung.
§ 26. Belastungs- und Überlastungsprüfung.
§ 27. Prüfung von Temperaturschmelzsicherungen.
§ 28. Zugentlastung.
§ 29. Schlußfeststellungen.
2. Stückprüfung.
§ 30. Aufnahme.
§ 31. Thermische Prüfungen.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für schmiegsame Elektrowärmegeräte, die nach dem . . . . . hergestellt werden.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für schmiegsame Elektrowärmegeräte, z. B. Heizkissen, Heizteppiche u. dgl.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Nennspannung ist die Spannung, für die das Gerät gebaut und benannt ist.

b) Spannungsbereich ist der Bereich zwischen den benannten Spannungsgrenzen, innerhalb deren das Gerät verwendbar ist.

c) Nennaufnahme ist die Aufnahme, die bei dem Anschluß des Gerätes an die Nennspannung — bei Spannungsbereichen an die Spannungsgrenzen — vorhanden sein soll und auf dem Gerät angegeben ist.

d) Nennstrom ist der Strom, der sich für die Nennaufnahme bei Nennspannung ergibt.

Digitized by Google

e) Aufnahme ist die vom Gerät bei der Nennspannung aufgenommene Leistung, und zwar bei der größtmöglichen Belastung, bei regelbaren Geräten bei der höchsten Regelstufe. Bei Spannungsbereichen gilt das Obige sinngemäß für die angegebenen Spannungsgrenzen.

f) Übergangsstrom ist der zwischen Spannung führenden Teilen und der Berührung zugänglichen Stellen beim Erden nach Erde fließende Strom.

g) Kriechstrecke ist der kürzeste Weg auf der Oberfläche eines Isolierkörpers zwischen Spannung führenden Teilen untereinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und anderen leitfähigen Teilen bzw. solchen Stellen, die der Berührung zugänglich sind.

h) Luftstrecke ist der kürzeste Weg gemessen in der Luftlinie zwischen Spannung führenden Teilen untereinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und anderen leitfähigen Teilen bzw. solchen Stellen, die der Berührung zugänglich sind.

i) Die feste Anschlußschnur ist mit dem Gerät verbunden und nur mit Werkzeug entfernbar.

k) Temperaturregler sind Vorrichtungen, die die Temperatur durch selbsttätiges Ein- und Ausschalten oder Ändern des Heizstromes innerhalb bestimmter Grenzen gleichhalten.

l) Temperaturbegrenzer sind Vorrichtungen, die die Temperatur durch selbsttätiges Ausschalten oder Ändern des Heizstromes begrenzen und von Hand wieder einzuschalten oder betriebsfähig zu machen sind. Sie können daneben als handbetätigte Ein- und Ausschalter als auch als handbetätigte Ein- oder Ausschalter ausgebildet sein.

m) Temperaturschmelzsicherungen sind selbsttätige Ausschaltvorrichtungen mit einem bei einer bestimmten Temperatur die Stromunterbrechung bewirkenden Schmelzkörper, der nach der Unterbrechung ersetzt werden muß.

n) Heizleiter ist der Teil, in dem unmittelbar elektrische Arbeit in Wärme umgesetzt wird.

o) Heizkordel besteht aus der Seele und dem auf ihr angebrachten Heizleiter, oder der Seele, dem Heizleiter und einer darüber angebrachten Schutzschicht.

p) Heizkörper besteht aus dem Heizleiter oder der Heizkordel und deren Träger.

III. Bestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 4.

Spannungen.

a) Die Geräte sind nur für Nennspannungen bis 250 V zulässig.

b) Die Geräte müssen bei einer Abweichung von ± 5% von der Nennspannung noch gebrauchsfähig sein.

Geräte mit Angabe eines Spannungsbereiches müssen auch bei einer um +5% von der oberen und — 5% von der unteren Spannungsgrenze abweichenden Spannung gebrauchsfähig sein.

§ 5.

Stromart.

a) Die Geräte müssen für alle Stromarten verwendbar sein.

§ 6.

Aufnahme.

a) Für die Aufnahme sind Abweichungen von ± 10% der Nennaufnahme zulässig.

Dies gilt für den Einschaltzustand des kalten Gerätes bei der größten Aufnahme.

B. Bau.

1. Schutzmaßnahmen.

§ 7.

Schutz gegen zufällige Berührung.

a) Unter Spannung stehende Teile müssen gegen zufällige Berührung, die ungewollt eintreten kann, geschützt sein.

b) Lackierung, Emaillierung, Oxydierung oder dgl. allein gilt nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes.

c) Einrichtungen zur Abdeckung Spannung führender Teile dürfen nur mit Werkzeugen abnehmbar sein.

§ 8.

Feuchtigkeitsschutz.

a) Die Geräte müssen als Feuchtigkeitsschutz einen Überzug haben, der nicht ohne Werkzeug abnehmbar und als äußerster fester Bezug angebracht ist.

b) Die Geräte dürfen durch Feuchtigkeit keine gefährdende Beeinträchtigung ihres Isolationszustandes erfahren (Prüfung siehe § 25).

c) Die Geräte müssen so gebaut sein, daß durch Feuchtigkeit zu Überhitzung führende Überbrückungen von Spannung führenden Teilen vermieden werden (Prüfung siehe § 25).

2. Einzelteile.

§ 9.

Heizleiter, Heizkordel.

a) Der Nenndurchmesser des Heizleiters darf 0,12 mm nicht unterschreiten.

b) Der Heizleiter muß allseitig von einer mechanisch haltbaren Schutzschicht umgeben sein, die z. B. bei Bruch des Heizleiters einer Entzündung der die Heizkordel umgebenden Werkstoffe vorbeugt (Asbest ist zulässig).

c) Innere Verbindungsleitungen sind auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Kreuzungen von Heizleiter oder Heizkordel untereinander sind unzulässig. Kreuzungen von inneren Verbindungsleitungen mit Heizleiter oder Heizkordel sind möglichst zu vermeiden.

§ 10.

Kriech- und Luftstrecken.

a) Kriech- und Luftstrecken dürfen 3 mm nicht unterschreiten.

b) Spannung führende Teile, ihre Träger und benachbarte Teile müssen derart in ihrer Lage gesichert sein, daß diese Kriech- und Luftstrecken nicht unterschritten werden.

§ 11.

Innere Verbindungsstellen.

a) Werkstoffe, deren Oberflächenleitfähigkeit durch Oxydation merklich herabgesetzt wird (wie z. B. Aluminium), sind für elektrische Verbindungsstellen nur zulässig, wenn die Verbindungsstellen nicht nachteilig durch Oxydation beeinflußt werden können.

b) Schrauben für elektrische Verbindungsstellen müssen aus Metall bestehen. Der Kontaktdruck muß über Metall übertragen und von einem metallenen Muttergewinde aufgenommen werden.

c) Im Innern der Geräte müssen Verschraubungen an elektrischen Verbindungsstellen gegen Lockerung gesichert sein.

d) Beim Lösen Strom führender Verbindungsstellen dürfen die Befestigungen von Geräteteilen nicht beeinträchtigt werden.

e) Die elektrischen Verbindungen von Heizleitern und Leitungen untereinander oder mit anderen Teilen müssen durch Lötung oder Verschraubung erfolgen. Außerdem muß die Verbindungsstelle gegen mechanische Beanspruchung gesichert sein.

f) An Verbindungsstellen muß ein Abspleißen von Drähten verhindert sein.

g) Verbindungsstellen im Innern der Geräte sind doppelt zu isolieren. Gummi- oder Isolierband oder Lackschlauch allein genügen dazu nicht.

§ 12.

Innere Verbindungsleitungen.

a) Innere Verbindungsleitungen müssen elektrisch isoliert und biegsam sein. Bei Bruch einzelner Drähte muß ein Abspleißen sowie ein Durchdringen derselben durch die Isolierhülle erschwert sein. Ein Abbröckeln der Isolierhülle bei Brüchigwerden muß verhindert sein.

b) Die Isolation der im Innern der Geräte liegenden Leitungen darf nicht beschädigt werden können, z. B. durch scharfe Kanten oder dgl.

c) Gummiisolierte Leitungen dürfen nur dort verwendet werden, wo bei ordnungsmäßigem Gebrauch keine höheren Temperaturen als 90° auftreten, sofern sie nicht gegen Berührung untereinander sowie mit Metallteilen gesichert bzw. gegen Metallteile besonders isoliert sind [Prüfung siehe § 26a)].

§ 13.

Schalter.

a) Alle Schalter müssen den einschlägigen VDE-Bestimmungen für Schalter entsprechen.

b) Schalter dürfen nur an solchen Stellen eingebaut werden, an denen keine höhere Temperatur als 120° auftritt. Treten im betriebswarmen Zustand des Gerätes an den Schaltkontakten oder am Schaltwerk des Schalters Temperaturen von mehr als 60° auf, so sind Warm-Schalter mit der Bezeichnung „T" zu verwenden [Prüfung siehe § 26a)].

c) Schalter müssen so eingebaut sein, daß die Ein- und Ausschaltstellungen sowie die Regelstellungen durch Worte, Zahlen oder Zeichen gekennzeichnet sind.

Digitized by Google

Bei Anwendung von Zahlen muß die höhere Aufnahme durch den höheren Zahlenwert, die Ausschaltstellung durch die Zahl 0 gekennzeichnet werden. Bei Zeichen ist sinngemäß zu verfahren, z. B.:

Watt . . .	0	60	30	15
Zahlen . . .	0	3	2	1
Zeichen z. B. .	0	///	//	/

d) Die Schalter müssen mindestens der Nennstromstärke des Gerätes angepaßt sein.

e) In den Endstellungen von Umschaltern darf nicht die größte Erwärmung des Gerätes auftreten. Die Anordnung der Schaltstellungen muß demnach z. B. sein:

0 3 2 1.

f) Schalter müssen die Geräte in den Ausschaltstellungen allpolig vom Netz trennen, so daß im Gerät keine Spannung führenden Teile vorhanden sind.

§ 14.

Temperaturbegrenzer, Temperaturregler und Temperaturschmelzsicherungen.

a) Temperaturregler und Temperaturbegrenzer müssen VDE 0631 „Leitsätze für Temperaturbegrenzer und Temperaturregler" entsprechen.

b) Temperaturregler sowie Temperaturschmelzsicherungen müssen so angeordnet sein, daß sie nur mit besonderen Hilfsmitteln zugänglich sind.

c) Temperaturschmelzsicherungen gelten nur als zusätzliche Schutzmaßnahme; sie dürfen bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Gerätes nicht ansprechen.

d) Temperaturschmelzsicherungen müssen die Stromunterbrechung plötzlich bewirken.

e) Schmelzkörper und Schaltorgane von Temperaturschmelzsicherungen müssen innerhalb eines Gehäuses aus ausreichend feuchtigkeits- und feuersicheren Werkstoffen angeordnet sein.

f) Äußere, Spannung führende Teile von Temperaturreglern, Temperaturbegrenzern oder Temperaturschmelzsicherungen müssen doppelt isoliert sein. Gummi- oder Isolierband oder Lackschlauch allein genügen dazu nicht.

3. Anschlüsse und Zuleitungen.

§ 15.

Anschlüsse.

a) Geräte für Anschluß durch eine Gerätesteckvorrichtung sind unzulässig.

b) Anschlußstellen von Anschlußschnüren müssen von Zug entlastet, Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

Die Zugentlastungseinrichtung darf nicht Spannung führend und muß so beschaffen sein, daß eine mechanische Beschädigung der zugentlasteten Leitung vermieden wird.

c) Die Anschlußenden mehrdrähtiger Leiter müssen gegen Abspleißen einzelner Drähte gesichert sein.

§ 16.

Anschlußschnüre.

a) Als Anschlußschnüre dürfen nur Leitungen verwendet werden, die den einschlägigen VDE-Bestimmungen entsprechen.

b) Anschlußschnüre müssen so geführt sein, daß an der Aderverzweigungsstelle im betriebswarmen Zustand [Prüfung siehe § 26a)] keine höhere Temperatur als 90° auftritt.

Von der Aderverzweigungsstelle an müssen die einzelnen Adern getrennt geführt und die Isolation vor Berührung untereinander und mit Metallteilen gesichert sein.

§ 17.

Schutz der Anschlußschnur an der Einführungsstelle.

a) Schutzmittel an der Leitungseinführungsstelle dürfen nicht aus Metall bestehen, keine scharfkantigen Teile haben und sich im Gebrauch vom Gerät nicht lösen.

§ 18.

Wandstecker.

a) Wandstecker müssen den einschlägigen VDE-Bestimmungen entsprechen.

4. Aufschriften.

§ 19.

a) Der Heizkörper sowie der nicht abnehmbare Bezug müssen dauerhaft und gut leserlich folgende Angaben haben:

Ursprungszeichen des Herstellers,
Fertigungsnummer,
Nennspannung bzw. Spannungsbereich,
Nennaufnahme bei Nennspannung, bei einem Spannungsbereich die der niedrigsten und höchsten Spannung entsprechende Nennaufnahme.

b) Die Geräte müssen auf dem festen und abnehmbaren Bezug dauerhaft und auffällig die Aufschrift tragen:
„Nicht ohne Aufsicht längere Zeit eingeschaltet lassen!"

c) Abnehmbare Bezüge dürfen keine Angaben über Spannung und Aufnahme tragen.

d) Eine Spannungsangabe nach a) muß außerdem so angebracht sein, daß sie auch bei vorhandenem abnehmbaren Bezug sichtbar ist, z. B. auf einem Schild an der Zuleitung.

C. Prüfung.

§ 20.

Allgemeines.

a) Als Bezugstemperatur gilt die Raumtemperatur von 20°.

b) Bei Geräten mit Spannungsbereich gilt für die nachstehenden Prüfungen statt der Nennspannung die obere Spannungsgrenze.

c) Geräte, die ohne Werkzeug für verschiedene Spannungen umschaltbar sind, müssen die Prüfungen in der Schaltstellung der niedrigsten Spannung mit der der höchsten Nennspannung entsprechenden Prüfspannung aushalten.

d) Die Modellprüfung ist als Stichprobe in der Reihenfolge der nachstehenden Paragraphen durchzuführen.

e) Die Stückprüfung nach §§ 30 und 31 ist an jedem Stück vorzunehmen und hat den Zweck, Werkstoff- und Ausführungsfehler festzustellen.

1. Modellprüfung.

§ 21.

Aufnahme.

a) Die Aufnahme entsprechend § 6 ist bei der Nennspannung bzw. den Spannungsgrenzen festzustellen.

§ 22.

Mechanische Prüfungen.

a) Eine 50 cm lange Stahlrolle von 100 mm Durchmesser und 30 kg Gewicht wird langsam über das auf einer Hartholzunterlage liegende Gerät gerollt und zwar in Richtung der Längs- und Querachse und der beiden Diagonalen, so daß die gesamte Fläche 4-mal erfaßt wird.

b) Das Gerät ist 100-mal scharf zu falten, und zwar je 25-mal nach jeder Richtung auf zueinander senkrecht stehenden, der Mitte des Gerätes naheliegenden Linien.

c) Bei diesen Prüfungen darf keine die Wirkungsweise des Gerätes beeinträchtigende Beanspruchung eintreten.

§ 23.

Spannungsprüfung der Regler.

a) Das Gerät ist in einem Wärmeschrank bei 110° zu lagern. Durch geeignete Hilfsmittel ist das Öffnen der Regler zu beobachten.

Nach Abschalten aller Regler, frühestens aber 1 h nach Einlegen des Gerätes, werden an die beiden Zuführungsleitungen 1000 V Wechselspannung 1 min lang angelegt, und zwar in allen Schaltstellungen, in denen Temperaturregler wirksam sind.

Bei dieser Spannungsprüfung darf ein Stromübergang auch an den Schaltkontakten der Temperaturregler nicht eintreten. (Eine Abkühlung, die zum Schließen der Regler führt, ist wegen der Brandgefährdung der Geräte während der Prüfung zu vermeiden.)

§ 24.

Alterungsprüfung des Feuchtigkeitsschutzes.

a) Die Geräte werden vollständig ausgebreitet 72 h in einem Wärmeschrank bei einer Temperatur von 110° gelagert. Im Anschluß an diese Behandlung werden die Geräte einer Faltprobe nach § 22b) unterzogen.

§ 25.

Feuchtigkeitsprüfung.

a) Die Stromstärke des Gerätes wird bei Nennspannung bzw. der oberen Spannungsgrenze in allen Regelstufen im erkalteten Zustande des Prüflings festgestellt.

b) Die Geräte werden in Baumwolltücher, die mit einer dem doppelten Tuchgewicht entsprechenden Wassermenge gleichmäßig durchfeuchtet sind, so eingeschlagen, daß auch die Kanten des Gerätes vollständig von dem feuchten Umschlag umgeben sind. Zu verwenden sind Baumwolltücher (Handtücher) von etwa 100 cm × 45 cm und einem Gewicht von ungefähr 110 g. Die Saugfähigkeit muß so groß sein, daß die Tücher nach Abtropfen das 2½-fache des Eigengewichtes auf-

Digitized by Google

genommen haben. Die so vorbereiteten Prüflinge werden 24 h in einem Raum von 90% Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von 30 ± 2° gelagert. Nach Entfernung der feuchten Umschläge wird das Gerät zwischen zwei schmiegsamen Metallgazebelägen (Maschenzahl etwa 10 000/dm²) angeordnet und mit den Metallgazebelägen zwischen zwei mindestens der Größe des Gerätes entsprechenden Weichgummimatten von etwa 1 cm Dicke eingelegt und mit einem Gewicht von 50 g/cm² gleichmäßig belastet.

Darauf wird mit Wechselstrom der 1,1-fachen Nennspannung bzw. der oberen Spannungsgrenze der Übergangsstrom zwischen dem kurzgeschlossenen Heizleiter und den Metallgazebelägen gemessen. Als Meßschaltung ist die in Abb. 1

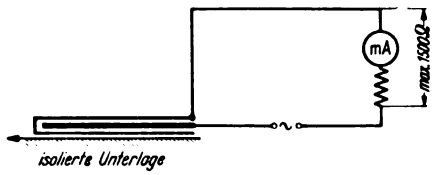


Abb. 1.

angegebene zu verwenden. Der Gesamtwiderstand der Meßanordnung darf 1500 Ω nicht übersteigen. Die ganze Anordnung muß während der Prüfung auf einer elektrisch isolierenden Unterlage liegen. Der Übergangsstrom darf bei dieser Prüfung 5 mA nicht überschreiten.

c) Anschließend wird die Strommessung nach § 25a) wiederholt. Die gemessenen Werte dürfen höchstens 25% über den unter a) festgestellten liegen.

d) Unmittelbar hierauf (innerhalb 3 s) muß das Gerät in der gleichen Anordnung 1 min lang eine Spannungsprüfung mit 1000 V Wechselspannung zwischen dem kurzgeschlossenen Heizleiter und den Metallgazebelägen aushalten.

§ 26.

Belastungs- und Überlastungsprüfung.

a) Nach dem Öffnen des Gerätes sind auf der oberen Seite die Lötstellen von 6 Thermoelementen mit höchstens 0,5 mm Drahtdurchmesser unmittelbar auf der Oberfläche der Heizkordel anzulegen. Die Schenkel der Thermoelemente sind zur Vermeidung einer Wärmeableitung in mindestens 10 cm Länge auf der gleichen Windung der Heizkordel, z. B. durch Vernähen, gut zu befestigen.

Die Thermoelemente sind verteilt an den Punkten anzuordnen, an denen die höchsten Temperaturen, auch bei teilweiser Abdeckung, zu erwarten sind. Bei Geräten mit zwei oder mehr Stromkreisen sind die sechs Thermoelemente auf sämtliche Stromkreise möglichst gleichmäßig verteilt anzubringen.

Das Gerät ist in einem Prüfkasten, dessen Wärmeverluste für ein Gerät von 30 cm × 40 cm bei 50° Übertemperatur 6 W + 20% betragen, flach ausgebreitet in der Mitte des Kastens so zu lagern, daß das Gerät allseitig von der wärmeisolierenden Schicht umgeben ist [siehe Abb. 2 und f)].

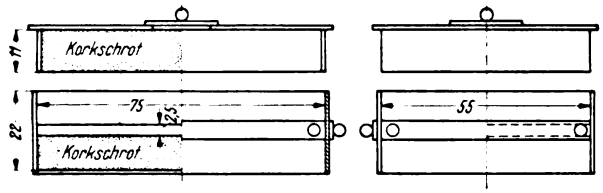


Abb. 2.

Mit Wechselstrom der 1,1-fachen Nennspannung ist das Gerät in der höchsten Regelstufe bis zum Beharrungszustand, mindestens aber 3 h, in den anderen Regelstufen ebenfalls bis zum Beharrungszustand, mindestens aber je 1½ h zu belasten. Der Temperaturverlauf ist festzulegen.

Die Temperaturen an der Heizkordel dürfen 100° nicht überschreiten. Lediglich während 15 min nach dem Einschalten sind Temperaturspitzen über 100° bis 160° zulässig.

Nach der 1. Stunde wird die Temperatur an den Leitungen [siehe §§ 12c) und 16b)] und gegebenenfalls am Schalter [siehe § 13b)] mittels bereits bei der Vorbereitung des Gerätes nach § 26a) eingelegter Thermoelemente festgestellt.

b) Nach Abkühlung auf Raumtemperatur wird das Gerät, ohne die Thermoelemente zu entfernen, flach ausgebreitet in einem Prüfkasten, dessen Wärmeverluste zur Erreichung einer größeren Schalthäufigkeit der Temperaturregler für ein Gerät von 30 cm × 40 cm bei 50° Übertemperatur 20 W ± 20% betragen, 48 h mit Gleichstrom der 1,18-fachen Nennspannung auf der höchsten Regelstufe belastet. Nach je 8 h Betriebszeit sind Pausen zur Abkühlung auf Raumtemperatur einzulegen. Bei dieser Prüfung ist die Feststellung der auftretenden Temperaturen nicht erforderlich.

c) Nach dieser Prüfung wird die unter a) beschriebene Temperaturmessung in der gleichen Anordnung und Prüfzeit mit der 1,1-fachen Nennspannung bei Wechselstrom durchgeführt. Der Temperaturverlauf wird festgelegt. Die festgestellten Temperaturen dürfen die in a) angegebenen nicht überschreiten und nicht um mehr als 10% (gerechnet von 0°) von den unter a) festgestellten abweichen.

d) Nach Abkühlung auf Raumtemperatur wird das Gerät im gleichen Prüfkasten so angeordnet, daß ein Teil des Gerätes aus der Abdeckung herausragt. Hierbei muß die jeweils nach der Bauart des Gerätes ungünstigste Abdeckung gewählt werden. Es muß jedoch mindestens ¼ des Gerätes (zusammenhängende Fläche) sich innerhalb der Abdeckung befinden. Die Prüfung ist entsprechend § 26a), Absatz 4, durchzuführen.

Die bei teilweiser Abdeckung festgestellten Temperaturen dürfen nicht um mehr als 45% (gerechnet von 0°) von den an den gleichen Meßstellen unter § 26c) festgestellten abweichen. Sie dürfen 140° nicht überschreiten.

e) Bei den Prüfungen nach § 26a) bis d) dürfen etwa vorhandene Schmelzsicherungen nicht ansprechen.

f) Der Prüfkasten besteht aus Unter- und Oberteil. Die lichten Maße des Unterteiles betragen etwa 75 cm × 55 cm × 22 cm; das Oberteil ist so ausgebildet, daß es genau passend leicht in das Unterteil eingesetzt werden kann.

Die Wärmeisolierung besteht aus einer ungefähr 10 cm starken Korkschrotschicht, die lose eingefüllt und durch ein lose gespanntes Tuch gehalten wird. Auf dem Deckel des Oberteiles ist zweckmäßigerweise eine dicht verschließbare Öffnung von etwa 15 cm × 15 cm vorzusehen, die ein Nachfüllen bzw. Verteilen des Korkschrots ermöglicht. Für die Prüfungen in teilweiser Abdeckung und die Durchführung der Zuleitung und Thermoelemente sind an einer Längs- und Querseite des Prüfkastens durch Schieber verschließbare Schlitze von etwa 2,5 cm Breite anzuordnen, die durch Herausziehen des Gerätes an dieser Stelle die teilweise Abdeckung ermöglichen.

Der Prüfling muß nach dem Einlegen allseitig von der wärmeisolierenden Korkschrotschicht vollkommen umgeben sein. Dies kann durch Schütteln nach dem Einlegen erreicht werden.

Zur Feststellung der Wärmeverluste werden die Regler des eingelegten Gerätes (30 cm × 40 cm) kurzgeschlossen und die aufgenommene elektrische Leistung festgestellt, die zur Erreichung einer Übertemperatur von 50° im Mittelpunkt des Prüfkastens erforderlich ist.

Der Prüfkasten für die Prüfung nach § 26b) benötigt die seitlichen Schlitze nicht.

§ 27.

Prüfung der Temperaturschmelzsicherungen.

Zur Prüfung der Temperaturschmelzsicherungen wird das Gerät nach Überbrücken der Regler in der bei der Prüfung nach § 26a) und d) verwendeten Prüfanordnung mit Gleichstrom der 1,1-fachen Nennspannung belastet.

Die Temperaturschmelzsicherungen müssen einwandfrei abschalten, ehe auch bei nur teilweiser Abdeckung des Gerätes [§ 26d)] die Temperatur von 160° an einer Meßstelle überschritten wird.

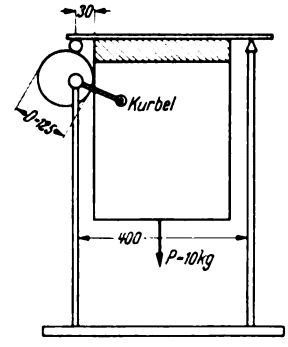


Abb. 3.

Das Abschalten der Schmelzsicherungen muß einwandfrei, ohne daß ein Lichtbogen bestehen bleibt, erfolgen. Die Feststellung erfolgt durch einen vorgeschalteten Strommesser.

§ 28.

Zugentlastungsprüfung.

a) Die Prüfung der Zugentlastung erfolgt mit einer Vorrichtung nach Abb. 3 durch 100-maliges Anheben eines Belastungsgewichtes von 10 kg; Hubzahl 1 je s. Das Gerät wird an der der Zuleitungseinführungsstelle entgegengesetzten Seite zwischen zwei etwa 5 cm breiten Leisten eingespannt, das Belastungsgewicht an der Zuleitung des freihängenden Gerätes befestigt.

Bei der Prüfung darf weder ein Herausreißen oder Lockern der Zuleitung erfolgen, noch eine Verbindungsstelle auf Zug beansprucht werden.

Digitized by Google

b) Zur Feststellung, ob die Verbindungsstellen beansprucht werden, sind vor der Prüfung die festen Bezüge (z. B. Feuchtigkeitsschutz und Flanellbezug) zu entfernen.

§ 29.

Schlußfeststellungen.

a) Nach Beendigung der vorstehenden Prüfungen ist festzustellen, ob das Gerät durch die Prüfung keinen Schaden, die Temperaturregler keine sichtbare Abnutzung erlitten und die elektrischen Verbindungsstellen sich nicht gelockert haben. Die Stoffteile dürfen keine auf Temperatureinwirkung zurückzuführende starke Veränderung ihrer ursprünglichen Farbe aufweisen.

2. Stückprüfung.

§ 30.

Aufnahme.

a) Die Aufnahme entsprechend § 6 ist bei der Nennspannung bzw. den Spannungsgrenzen festzustellen.

§ 31.

Thermische Prüfungen.

Bei jedem Gerät ist festzustellen, ob die Temperaturen in den in § 26a), c) und d) festgelegten Grenzen liegen. Hierbei ist nicht erforderlich, die Temperatur an der Oberfläche der Heizkordel zu messen, sondern die Messung kann unter Berücksichtigung der für einen bestimmten Gerätetyp festgelegten und bei Verwendung gleicher Werkstoffe und Prüfanordnung gleichbleibenden Abhängigkeit an der Oberfläche des Gerätes erfolgen.

Neu erschienene VDE-Arbeiten.

Sonderdrucke der folgenden neuen VDE-Arbeiten sind inzwischen erschienen und können von der Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 — VDE-Haus, zu den angegebenen Preisen bezogen werden:

VDE 0010/1936 „Verzeichnis der DIN VDE-Normblätter". Nach dem Stande am 1. 3. 1937 RM 0,40

VDE 0118/1937 „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)". Erstfassung, gültig ab 1. I. 1938 . RM 0,70

VDE 0182/1937 „Mindestquerschnitt festverlegter Leitungen" (Auslegung von VDE 0100/1936, § 20, Regel 4) RM 0,10

VDE 0202/1937 „Vorschriften für Aluminium für Elektrotechnik" Erstfassung, gültig ab 1. 4. 1937 RM 0,10

VDE 0202 U/1937 „Umstellvorschriften für Aluminium für Elektrotechnik" Erstfassung, gültig ab 1. 4. 1937 . . . . . RM 0,10

VDE 0265/1937 „Vorschriften für Gummibleikabel in Starkstromanlagen" Erstfassung, gültig ab 1. 5. 1937 RM 0,25

VDE 0265 U/1937 „Umstellvorschriften für Gummibleikabel in Starkstromanlagen" Erstfassung, gültig ab 1. 5. 1937 . . . . . RM 0,25

VDE 0630 a/1937 „Vorschriften für Geräteschalter" Änderung, gültig ab 1. 4. 1937 . . . . . RM 0,10

ferner:

Technische Bestimmungen für Kreuzungen und Näherungen zwischen Reichsautobahnen und Starkstrom-Freileitungen RM 0,20

Übersetzungen von VDE-Arbeiten.

Die Verlagsabteilung des VDE hat kürzlich die folgenden fremdsprachigen Ausgaben von VDE-Bestimmungen herausgebracht, die zu den angegebenen Preisen beim VDE erhältlich sind:

Spanisch.

VDE 0442/1933 „Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen" (Cuaderno 2027) RM 0,70

VDE 0446/1926 „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an"

VDE 0447/1929 „Leitsätze für die Prüfung von Hochspannungsisolatoren mit Spannungsstößen"

VDE 0450/1933 „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen" (Cuaderno 2026) . . . . RM 0,70

Englisch.

VDE 0370/1936 „Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöle" (Publication 3028) . RM 0,70

VDE 0442/1933 „Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen mit Wechselspannungen" (Publication 3027) . . . . . RM 0,70

Französisch.

VDE 0530/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R. E. M." (Fascicule 4001) . . . . . RM 1,40

VDE 0532/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren" (Fascicule 4002) RM 1,40

VDE-Mitglieder erhalten einen Preisnachlaß von 10%. Versandkosten werden berechnet.

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die hier veröffentlichten Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumstr. a. D., Dr.-Ing. H. Kother VDE.

13. 7. 1937 Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus der Vortrag- und Kurzbericht-Folge des Jahres 1936/37 sowie Ausblick auf den Arbeitsplan 1937/38.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

V. Zimmermann VDE.

Am 1. Juli feierte Herr Obering. V. Zimmermann, Leiter der Prüfstelle des VDE, sein 25jähriges Dienstjubiläum beim VDE. Nach Abschluß seines Studiums an der Technischen Hochschule Berlin und nach kurzer Informationstätigkeit an verschiedenen Stellen trat er in die Dienste des Hauses Schuckert, Nürnberg und später der SSW, Berlin. Seine Arbeitsgebiete waren elektrische Bahnen und Elektrizitätswerksbau. Im Anschluß an die von ihm 1903 durchgeführten Treidelversuche am Teltowkanal übernahm er die Leitung des Elektrizitätswerkes am Teltowkanal. Nach kürzerer Tätigkeit als Betriebsingenieur auf einer Braunkohlengrube trat er am 1. Juli 1912 in die Geschäftstelle des VDE ein. Dort übernahm er nach achtjähriger Tätigkeit als Oberingenieur des VDE am 1. November 1920 die neugegründete Prüfstelle des VDE, die er bis heute ununterbrochen geleitet hat. Hier arbeitet er an verantwortlicher Stelle an der Geltung deutscher Wertarbeit mit. Mögen seine reichen Erfahrungen der in der heutigen Zeit ganz besonders wichtigen Prüfstelle noch viele Jahre zugute kommen.

Auszeichnungen. — Prof. Dr. techn. h. c. Dr.-Ing. habil. E. A. Kraft, Direktor der AEG-Turbinenfabrik in Berlin, wurde als ordentliches Mitglied in die Preußische Akademie der Wissenschaften berufen und von der Regierung bestätigt.

Herrn Obering. Willy Rusch VDE von den Siemens-Schuckertwerken wurde im Namen des Führers das „Verdienstkreuz des Ehrenzeichens des Deutschen Roten Kreuzes" überreicht. Durch diese hohe Ehrung werden die Verdienste des Herrn Rusch, die er sich durch sein unermüdliches Eintreten für die Hebung des deutschen Exports und die Förderung der Beziehungen mit den Überseeländern erworben hat, von berufener Stelle anerkannt.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Abschluß des Heftes: 2. Juli 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 15. Juli 1937 | Heft 28

Technischer Stand der Metalldampflampen für Allgemeinbeleuchtung.

Von K. Larché und M. Reger, Berlin.

621. 327. 3/. 44

Übersicht. Der Aufsatz bringt eine Aufstellung sämtlicher zur Zeit im Handel befindlichen Metalldampflampen für Allgemeinbeleuchtung. Die Unterschiede in den Ausführungen der einzelnen Länder werden besprochen sowie die Möglichkeiten weiterer Verbesserungen erwähnt.

In den letzten Jahren haben in stetig zunehmendem Maße Metalldampflampen, und zwar Quecksilber- und Natriumlampen, für Beleuchtungszwecke Verwendung gefunden, da sie infolge ihrer gegenüber Glüh- und Bogenlampen etwa 2- bis 4fach höheren Lichtausbeute und damit größeren Wirtschaftlichkeit eine billigere oder stärkere Beleuchtung gestatten. Wenn nun trotz dieses Vorzuges den Metalldampflampen in der Verwendung für Allgemeinbeleuchtung gewisse Grenzen gesetzt sind, so liegt das vor allem an zwei Ursachen:

1. Die Metalldampflampe ist infolge der Notwendigkeit von Zusatzeinrichtungen wie Drosselspulen u. dgl. in der Anwendung nicht so einfach und bequem wie die Glühlampe, die, für jede Spannung lieferbar, nur in die Fassung eingeschraubt zu werden braucht.

2. Die Lichtfarbe der Metalldampflampen weicht noch stark von der des Tageslichtes oder der Glühlampe ab.

Im Laufe der Entwicklung hat man durch technische Maßnahmen versucht, diese beiden als Nachteile für eine Allgemeinbeleuchtung anzusehenden Eigenschaften der Metalldampflampen immer mehr zu beseitigen, wobei auch verschiedene Erfolge erzielt worden sind. Dabei ist der jetzige Stand keineswegs als Endzustand anzusehen, vielmehr steht die Metalldampflampe heute zweifellos in einer Entwicklung, die darauf hinausgeht, auch die letzten Nachteile zu überwinden und die Vorteile noch zu vergrößern, wobei natürlich darauf geachtet wird, daß die bisher verwendeten Zusatzgeräte (Leuchten und Drosselspulen) auch für die neuen Lampen brauchbar bleiben. Wenn nun der jetzige Stand der Technik beschrieben werden soll, so ist es nicht zu umgehen, die Entwicklung in den früheren Jahren mitzuerwähnen, um zu zeigen, welche Fortschritte im einzelnen bereits erreicht worden sind und in welche Richtung die Weiterentwicklung wahrscheinlich gehen wird.

Natriumlampen.

Die Na-Lampen sind von den in den letzten Jahren entwickelten Metalldampflampen als erste in der Öffentlichkeit erschienen[1]). Die Schwierigkeiten bei der Entwicklung dieser Lampen bestanden vor allem darin, daß der als Lichtquelle dienende Na-Dampf alle gebräuchlichen Gläser in ganz kurzer Zeit, vielfach schon in Minuten stark angreift, so daß die dadurch hervorgerufene Bräunung und Schwärzung des Glases den Austritt des Lichtes verhindert[2]). Eine lange technische Entwicklung war erforderlich, um Gläser zu schmelzen, die dem Angriff des Na-Dampfes über mehrere tausend Stunden standhalten und die außerdem sich so leicht verarbeiten lassen, daß eine Herstellung überhaupt möglich ist. Die für die ersten auf dem Markt erschienenen Lampen verwendeten Gläser sind dann immer weiter verbessert worden, so daß heute die Na-Lampen etwa 3000 Stunden brennen können, ohne daß eine stärkere Bräunung auftritt. Weiter war es notwendig, für diese Lampen besondere Oxydelektroden zu entwickeln. Um die für die Erzeugung eines günstigen Na-Dampfdruckes notwendige Temperatur von etwa 250 bis 300 ° C aufrechtzuerhalten, mußte die Leistungsaufnahme gegenüber den Reklameleuchtröhren stark erhöht werden; dieses ließ sich aber, wollte man nicht sehr hohe Spannungen oder sehr große Kaltelektroden für hohe Stromstärken in Kauf nehmen, nur mit Hilfe von Oxydelektroden erreichen. Auch diese konnten im Laufe der Entwicklung immer weiter verbessert werden, so daß die Lebensdauer von etwa 1000 auf 3000 Std. im Mittel erhöht werden konnte.

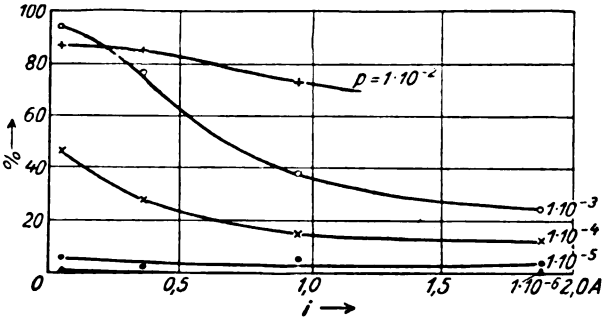


Abb. 1. Ausbeute der pos. Säule der Na-Entladung bei verschiedenen Stromstärken und Dampfdrucken.

Die gute Ausbeute der Na-Lampen tritt nur bei geeigneten Dampfdrucken und Stromdichten auf. Dabei wächst die Ausbeute mit wachsendem Dampfdruck und sinkender Stromdichte[3]) (Abb. 1). Für jede Na-Dampflampe gibt es daher einen günstigsten Belastungswert. Bei zu geringer Belastung sinkt zwar die Stromdichte, gleichzeitig aber auch der durch die Stromwärme entwickelte Na-Dampfdruck und umgekehrt. Um einen möglichst hohen Dampfdruck bei geringer Stromdichte zu erreichen, sind alle Na-Lampen gegen unnötige Wärmeverluste geschützt. Dies kann entweder dadurch geschehen, daß das Entladungsrohr in einem Vakuumglaszylinder eingeschmolzen ist, wobei weitere Glaszwischenzylinder die Wärmeverluste noch mehr herabsetzen, oder dadurch,

[1]) Beleuchtung der Ehrenbergstr. in Berlin im August 1931.
[2]) M. Pirani, ETZ 51 (1930) S. 889.
[3]) H. Krefft, M. Reger u. R. Rompe, Z. techn. Phys. 14 (1933) S. 242. M. Druyvesteyn u. W. Warmoltz, Philos. Mag. 16 (1934) S. 1.

Digitized by Google

daß die Entladungsröhre in einem durchsichtigen Dewargefäß brennt.

Die technische Ausführung der Na-Lampen hat nun in den drei Ländern Deutschland, Holland und V. S. Amerika verschiedene Formen angenommen, je nach den als besonders wichtig erkannten Bedingungen. In Deutschland wurden die Lampen für eine Spannung von 220 V Wechselstrom entwickelt[4]), da diese in Deutschland und den anliegenden Ländern bei weitem überwiegt und außerdem die bestehenden VDE-Vorschriften die Anwendung höherer Spannung zum mindesten erschwert hätten. Bei dieser Spannung konnte eine einwandfreie Zündung nicht mit einfachen Mitteln erreicht werden, so daß man außer der Vorschaltdrosselspule die Verwendung von zuerst zwei, später einem kleinen Zusatzheiztransformator in Kauf nehmen mußte. Die Lampe hatte die Form einer Soffittenlampe mit je einem Sockel an jedem Ende. Die Verwendung war daher nur in Spezialreflektoren möglich. Die elektrischen und lichttechnischen Daten dieser Lampe (1936) sind folgende:

Lichtstrom Hlm	Wattaufnahme mit Zusatzgerät W	Stromstärke A	Brennspannung V	Lichtausbeute am Rohr Hlm/W	Lichtausbeute mit Zusatzgerät Hlm/W
3000	68	1,15	50	53,6	44
6000	118	1,8	60	60	51

Erst in letzter Zeit ist es durch Verbesserung der Oxydelektrode gelungen, eine sichere Zündung auch ohne Zusatztransformatoren zu erreichen[5]). Die Heizung der einen Elektrode erfolgt dabei nicht, wie bei der älteren Type, durch einen kleinen Transformator, sondern durch eine Glimmentladung, die durch eine geeignete Schaltung zwischen Haupt- und Hilfselektrode (Abb. 2 a)[6]) gezündet wird. Nachdem die Hauptelektrode die nötige Emissionstemperatur erreicht hat, zündet die Entladung, geführt von 2 Hilfszündstrecken, durch das ganze Rohr. Da bei dieser Lampe alle zur Zündung notwendigen Elemente im Vakuumkolben untergebracht werden konnten, genügen zwei Zuführungen nach außen, die in einem Goliathsockel enden. Gleichzeitig wurde das Rohr Uförmig gebogen und dadurch die Lampe in ihren äußeren Abmessungen verkürzt, so daß sie in jeden handelsüblichen Glühlampenreflektor eingeschraubt werden kann. Durch die gebogene Form sowie durch Verbesserung des Wärmeschutzes trat gleichzeitig eine Erhöhung der Ausbeute ein. Die Daten dieser Lampen sind folgende:

Lichtstrom Hlm	Wattaufnahme mit Zusatzgerät W	Stromstärke A	Brennspannung V	Lichtausbeute am Rohr Hlm/W	Lichtausbeute mit Zusatzgerät Hlm/W
3300	63	0,9	65	62	52
5500	94	1,2	70	69	59

In Holland wurde auf die Möglichkeit, die übliche Netzspannung von 220 V als Betriebsspannung zu benutzen, verzichtet zugunsten des einfachen Aufbaues und der ein wenig höheren Ausbeute. Zuerst wurde eine Gleichstromlampe[7]) auf den Markt gebracht, bei der die Lichterzeugung nicht in der positiven Säule, sondern im negativen Glimmlicht erfolgte. Die Kathode wurde durch den Heiztransformator dauernd geheizt, dessen Speisung durch eine besondere Wechselstromleitung erfolgte. Die Gleichstromentladung selbst hatte bei einer Brennspannung von nur 12 V einen ohmschen Vorwiderstand, die Ausbeute betrug etwa 40 bis 45 lm/W. Diese Lampe wurde bald ersetzt durch eine andere für 220 V Wechselspannung[8]), bei der die Lichtausstrahlung wie bei den deutschen Lampen durch die positive Säule erfolgte, deren Rohrkörper zur Erzielung eines gedrungenen Aufbaues schlingenförmig gebogen war. Die Zündung erfolgte bei zwei Heiztransformatoren für die Glühelektroden durch einen Zündstoß von etwa 470 V, die durch einen Resonanzkreis oder durch Zusatzwicklung auf den Heiztransformatoren erzeugt wurden. Die Lichtausbeute betrug ebenfalls 45 lm/W bei einem Gesamtverbrauch von etwa 100 W. Diese Lampe wird nur noch für Ersatzzwecke geliefert. Bei der neusten Ausführung wurde, um von der Zündvorrichtung und den Heiztransformatoren freizukommen, die Betriebsspannung von 220 V mittels eines Streufeldtransformators auf 470 V erhöht, so daß die Röhre auch ohne vorgeheizte Oxydelektroden zündet. Dadurch wird die Röhre selbst, die Uförmig gebogen ist, in der Herstellung und in der Sockelung einfach. Infolge

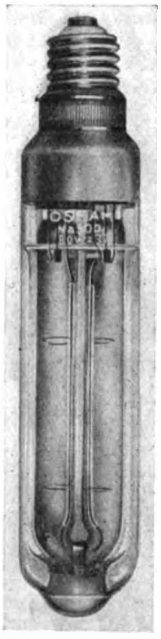


Abb. 2a. Na-Dampflampe für 220 V Betriebsspannung mit festem Wärmeschutzgefäß. Gesamtlänge 275 mm.

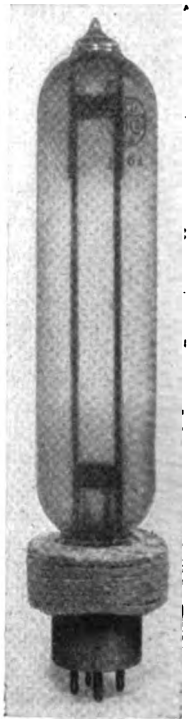


Abb. 2b. Amerikanische Na-Dampflampe (ohne Wärmeschutzgefäß). Gesamtlänge 400 mm.

der hohen Betriebsspannung von 470 V konnte auch die Brennspannung auf etwa 110 bis 165 V erhöht werden, wodurch die Elektrodenverluste im Verhältnis zur Gesamtwattaufnahme klein wurden, so daß die Ausbeute bei diesen Lampen anstieg. Die Licht- und elektrischen Daten dieser 470 V-Lampen sind folgende:

Lichtstrom Hlm	Wattaufnahme der Lampe W	Stromstärke A	Brennspannung V	Lichtausbeute der Lampe Hlm/W	Lichtausbeute mit Autotrafo Hlm/W
4 400	60	0,6	110	73	55
7 200	85	0,6	160	85	69
11 000	135	0,9	165	81	69

Bei allen diesen Lampen besteht der Wärmeschutz in einem auswechselbaren, durchsichtigen und becherförmigen Dewargefäß. Zur Zeit werden die 220- und 470 V-Lampen in beiden Ländern hergestellt.

Besondere Wege ist Amerika gegangen, da hier das Überwiegen von 110 V-Netzen zu Sonderlösungen zwang. Nachdem man zuerst die holländische Gleichstromlampe für 12 V und vorzugsweise Reihenschaltung hergestellt hatte, wurde bald eine in den eigenen Labora-

[4]) H. Lingenfelser u. M. Reger, Licht 3 (1933) S. 26, 49.
[5]) H. Lingenfelser u. M. Reger, ETZ 57 (1936) S. 1347.
[6]) Vgl. auch Abb. 2 u. 3 der auf S. 1348 der ETZ 57 (1936).
[7]) G. Holst, Ingenieur, Haag 48 (1933) E 75—79.
[8]) W. Uyterhoeven u. C. Verburg, Bull. techn. Assoc. Ing. de l'École polytechn. Bruxelles 29 (1933) S. 138.

Digitized by Google

torien entwickelte Wechselstromlampe[9]) (Abb. 2 b) auf den Markt gebracht, die infolge ihres im Verhältnis zur Länge (400 mm) großen Durchmessers (75 mm) eine Brennspannung von 24 V bei 5 A (6000 lm) bzw. 28 V bei 6,6 A (10 000 lm) hatte. Die Lampen werden an Niederspannungstransformatoren oder in Reihe gebrannt. Die Zündung erfolgt dadurch, daß die Elektroden zuerst hintereinander geschaltet werden, und daß dann, nachdem sie die Emissionstemperatur erreicht haben, die Reihenschaltung durch einen Bimetallschalter unterbrochen wird, so daß dann die volle Spannung an den glühenden Elektroden liegt. Das Wärmeschutzgefäß ist bei diesen Lampen abnehmbar, die Lichtausbeute beträgt etwa 50 lm/W.

Wie man sieht, ist in Europa bei den letzten auf dem Markt befindlichen Lampen der Betrieb gegenüber der älteren Ausführung schon sehr vereinfacht worden. Es wird nur noch eine Drosselspule (220 V-Lampe) oder ein Streufeldtransformator (470 V-Lampe) benötigt. Leider sind die Bestrebungen, die fast rein monochromatische gelbe Lichtfarbe der Na-Lampen dem Glühlampen- oder Tageslicht anzunähern, über Laboratoriumsversuche nicht hinausgekommen. Es wurde zwar schon mehrfach vorgeschlagen, durch Zusätze von anderen Metallen wie Quecksilber oder Kadmium das monochromatische Spektrum der Na-Entladung aufzufüllen und damit die Lichtfarbe zu verbessern, doch tritt dabei ein starker Abfall der Ausbeute ein. So zeigte eine Lampe, die mit 7 % Na, 48 % Hg und 45 % Cd gefüllt war, eine Ausbeute von nur 20 lm/W[10]), wobei der Rotgehalt nur auf etwa 1 % (gegenüber 15 % bei Tageslicht und 25 % bei Glühlampenlicht) ansteigt. Bei den im Handel befindlichen Lampen hat man daher auf jede Zumischung verzichtet, so daß ausschließlich das Na-Spektrum ausgestrahlt wird. Infolge der Monochromasie treten im Lichte der Na-Lampen sehr starke Farbänderungen auf, doch ist dies in vielen Fällen, wie die Erfahrung gezeigt hat, nicht störend bzw. wird gegenüber den Vorzügen der sehr hohen Lichtausbeute in Kauf genommen. *(Schluß folgt.)*

[9]) G. A. Eddy, Gen. Electr. Rev. 38 (1935) S. 458; Electr. Engng. 55 (1936) S. 1175.

[10]) G. R. Fonda, J. opt. Soc. Amer. 25 (1935) S. 412.

Spannungsrückgangsschutz in Industrie-Anlagen.

Von **Rudolf Ulbricht**, Dresden.

621. 316. 576 : 621. 311. 8

Übersicht. Nachstehende Ausführungen sollen zeigen, daß bei planvoller Zusammenarbeit der erzeugenden Elektroindustrie mit den Elektrizitätswerken und den Industriebetrieben in der Frage des Spannungsrückgangsschutzes durchaus zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen sind.

Die größte Gefahrenquelle für elektrische Maschinen und Geräte ist der Überstrom, weil durch ihn die Maschinen infolge unzulässiger Erwärmung gefährdet oder durch dynamische Kräfte überdurchschnittlich beansprucht werden. Daher wird dieser Frage beim Entwurf von Neuanlagen sowie beim Umbau veralteter Anlagen größte Beachtung geschenkt. Durch die Entwicklung genau arbeitender Überstromschutzeinrichtungen, die heute praktisch für alle vorkommenden Fälle von der Elektroindustrie hergestellt werden, ist die Frage des Überstromschutzes als geklärt zu betrachten. Besonders für Motoren stehen heute Überstromschutzeinrichtungen zur Verfügung, die den Erwärmungsvorgängen der Motoren weitestgehend angepaßt sind, da man richtig erkannte, daß ein Motor erst bei einer Gefährdung durch Erwärmung abgeschaltet zu werden braucht. Die oftmals sogar unverzögert arbeitenden Überstromschutzeinrichtungen, die bei geringer Überschreitung des Nennstromes bereits zur Abschaltung des Motors führten, sind den temperaturabhängigen Schutzeinrichtungen gewichen. Motoren, die mit einem richtig bemessenen Überstromschutz ausgerüstet sind, bedürfen nur unter gewissen Voraussetzungen eines weiteren Schutzes.

Als ergänzender Schutz ist der Schutz bei Wegbleiben der Spannung bzw. bei Spannungsabsenkungen zu betrachten. Ebenso wie heute für den Überstromschutz genaue Bedingungen gestellt werden, muß auch Klarheit über das Aufgabengebiet des sogenannten Nullspannungsschutzes für Motoren bestehen. Während der Überstromschutz die Aufgabe hat, den Motor gegen Überstrom zu schützen, bleibt es dem Nullspannungsschutz vorbehalten, unabhängig von den Erwärmungsverhältnissen des Motors denselben vom Netz zu trennen, wenn die Spannung wegbleibt. Nur in diesem Fall ist der Nullspannungsschutz richtig angewendet, denn er soll den Motor nur vor Wiederanlauf bei Wiederkehr der Spannung schützen. Der Schutz gegen Wiederanlauf ist u. a. auch notwendig, weil bei unvorbereitetem Anlauf stehengebliebener Motoren Unfallgefahr für die am Motor bzw. dessen Arbeitsmaschine Beschäftigten besteht.

Es ist aber zu unterscheiden zwischen vollkommenem Wegbleiben der Spannung und kurzzeitiger Spannungsabsenkung. Im ersten Fall soll der Nullspannungsschutz arbeiten, im zweiten Fall nur unter gewissen Bedingungen. Die Auslösung durch Nullspannungsrelais muß so lange verzögert werden, bis Gewißheit besteht, daß die Spannung wirklich ausgeblieben ist. Es kommt kaum vor, daß bei Störungen die Spannung ganz wegbleibt und schon nach wenigen Sekunden wiederkehrt. Bei wirklichen Unterbrechungen dauert es meist länger, denn das Wiedereinschalten ausgelöster Schalter erfordert immerhin einige Zeit, und es ist schon verhältnismäßig schnell gegangen, wenn der gestörte Teil etwa 1 min nach der Unterbrechung wieder unter Spannung gesetzt wird. Innerhalb dieser Zeit ist es zu empfehlen, die Motoren entweder von Hand, besser aber durch einen Nullspannungsschutz vom Netz zu trennen.

Bricht die Spannung aber durch eine Netzstörung nur mehr oder weniger zusammen, dann sollte ein Nullspannungsauslöser normalerweise nicht vor Ablauf von etwa 5 s eine Auslösung des Motorschalters bewirken. Die weitaus meisten Motoren bleiben dabei in Tritt, wenn die Spannungsabsenkungen nicht ungewöhnlich groß sind, denn innerhalb von rd. 5 s werden fast ohne Ausnahme alle Netzstörungen abgeschaltet sein, und die Spannung kehrt in voller Höhe wieder, wenn die betreffende Anlage nicht unmittelbar von der Störung betroffen ist. Nur in besonderen Fällen (Synchronmotoren, Einankerumformer und Antriebe mit geringem Schwungmoment) liegt die Kippgrenze hinsichtlich der Dauer und der Höhe der Spannungsabsenkung ungünstiger. Auf jeden Fall aber ist es Aufgabe des Überstromschutzes, der zweckmäßigerweise in jeder Phase eingebaut wird, den Schutz des Motors allein zu übernehmen, solange und soweit ein Intrittthalten desselben möglich ist, und erst nach üblicherweise 5 s sollte ein zweckmäßig ausgebildeter Spannungsrückgangsschutz in Wirkung treten.

Nun sind bekanntlich die vielfach fälschlicherweise sogenannten Nullspannungsauslöser bzw. -relais in Wirklichkeit nur Spannungsrückgangsrelais, denn sie lösen nicht erst bei Spannung 0, sondern schon viel eher aus, in den weitaus meisten Fällen schon bei Spannungsabsenkungen von 30 bis 50 % der Nennspannung und dann auch noch vielfach ohne jede Verzögerung. Zu dieser Gattung gehören auch die von der

Digitized by Google

Netzspannung beeinflußten Einschalte- bzw. Haltemagnete bei unverklinkten Schaltern. Sie wirken als Haltespulen und werden vielfach zur Fernauslösung der Schalter benutzt; damit sind sie natürlich auch als Spannungsrückgangsauslöser ohne Verzögerung zu betrachten.

Oft findet man in Industrieanlagen, daß der Überstromschutz richtig gestuft nach Strom und Zeit eingebaut ist, auf der anderen Seite aber unverständlicherweise ohne jede Stufung Spannungsrückgangsauslöser ohne Verzögerung vorhanden sind. Solche Anordnungen heben bei Störungen in Industrieanlagen, die mit entsprechenden großen Spannungssenkungen verbunden sind, die beabsichtigte selektive Wirkung des Überstromschutzes auf und machen dadurch dem betroffenen Betrieb große Schwierigkeiten. Auch bei Spannungsabsenkungen, die vom Netz des liefernden Elektrizitätswerkes herrühren, treten bei solchen Anlagen unnötigerweise Auslösungen ein. Sowohl in öffentlichen wie industriellen Stromversorgungsanlagen ist eine völlige Störungsfreiheit nicht zu erzielen. Von den meisten Elektrizitätswerken wird aber zur schnellen Heraustrennung gestörter Anlageteile unter Aufwendung großer Kosten schnellschaltender Selektivschutz eingebaut, so daß in der Regel für die nicht unmittelbar betroffenen Abnehmer nur Spannungsabsenkungen von sehr kurzer Dauer auftreten. Da Spannungsrückgangsauslöser ohne Verzögerung aber schon bei geringen Absenkungen noch durchaus betriebsfähige Motoren vorzeitig abschalten, sind damit alle aufgewendeten Verbesserungen im Netz, die dem Stromabnehmer eine einwandfreie Stromlieferung gewährleisten sollen, für solche Anlagen ohne Vorteil. Die Folgen sind Beschwerden beim Elektrizitätswerk und schließlich oftmals die Erkenntnis, daß der Nullspannungsschutz der Motoren nicht im geringsten den Betriebseigenschaften der Motoren entspricht. Außerdem ist die vorzeitige Auslösung von Motoren auch aus wirtschaftlichen Gründen unerwünscht, denn es werden dadurch unnötigerweise Betriebsstillstände hervorgerufen, die besonders bei empfindlichen Industrien Schäden und Verlust zur Folge haben.

Da heute die meisten Industrieanlagen an Überlandnetze angeschlossen sind und schon aus Gründen der wirtschaftlichen Verwertung der Kohle wohl mit einer weiteren Entwicklung in dieser Richtung zu rechnen ist, sollten sich alle Beteiligten der Lösung der Motorschutzfrage bei Spannungsabsenkungen ernstlich widmen, denn es gibt Wege, die durchaus gangbar sind. Solange die Elektrizitätswerke noch nicht in der Lage waren, die Dauer von Spannungsabsenkungen in erträglichen Grenzen zu halten, konnte es noch verständlich erscheinen, sich mit der Frage des Spannungsrückgangsschutzes nicht allzu sehr zu befassen. Die Dinge liegen aber heute, wie bereits erwähnt, bei der Mehrzahl der Elektrizitätswerke wesentlich anders.

Ein brauchbarer Motorschutz muß vor allem aus einem richtig bemessenen Überstromschutz bestehen. Als Schutz bei Spannungsabsenkungen und bei Wegbleiben der Spannung kommen Spannungsabfallrelais in Frage, die bei 30 bis 40 % Restspannung nach rd. 5 s auslösen. Es ist empfehlenswert, die Zeitverzögerung zwischen 1 und 5 s einstellbar zu machen, damit besondere Wünsche berücksichtigt werden können. Bei größeren Betrieben braucht zwecks Kostenersparnis für einzelne Motorgruppen nur je ein Spannungsabfallrelais vorgesehen zu werden. Es genügt auch e i n Relais für den ganzen Betrieb, nur ist dabei zu beachten, daß man mit diesem Relais nicht auch die Lichtanlage mit abschaltet, damit die Wiederkehr der Spannung sofort bemerkt wird.

Sollen Schalter elektrisch ein- und ausgeschaltet werden, dann ist die Ein- und Ausschaltspule in Arbeitsstromschaltung auszuführen (Fernschalter). Solche Schalter müssen sich durch Verklinkung selbst halten. Bei Schaltern ohne Verklinkung (Schütze) kann die Einschaltspule, die zugleich als Haltespule dient, mit Vorteil mit Gleichstrom gespeist werden, der allerdings von der Netzspannung unabhängig sein muß. Sollen Fernschalter und Schütze auch bei Spannungsabsenkungen auslösen, dann sind Spannungsrückgangsrelais mit ausreichender Verzögerung vorzusehen. Bei Schützen müßte dieses Relais den Gleichstromkreis der Haltespule unterbrechen, während es bei Schaltern unmittelbar die Verklinkung löst.

In größeren Betrieben wird die Erstellung einer Hilfsstromquelle schon deshalb zu empfehlen sein, um eine Notbeleuchtungsanlage zu besitzen, und es ist daher dort der Anschluß von Gleichstromhaltespulen bei Schützen durchführbar. Bei mittleren und kleinen Betrieben könnte die von der Netzspannung beeinflußte Einschalte- bzw. Haltespule eine ausreichende Abfallverzögerung erhalten, die bis 5 s einstellbar sein müßte. Damit verliert das Schütz allerdings seine sofortige Schaltbarkeit, doch ist diese in vielen Fällen gar nicht erforderlich. Eine weitere einfache Anpassung an die Betriebsverhältnisse ist es, die Abfallspannung der Haltespulen auf etwa 20 bis 30 % Restspannung zu legen, wodurch die Empfindlichkeit gegenüber Spannungsabsenkungen weit vermindert wird. Die Grenze dürfte in dieser Richtung nur durch den Eigenverbrauch und die Abmessungen der Spulen gegeben sein.

Der Vorteil der bei Schützen allgemein üblichen Speisung der Einschalte- bzw. Haltespule mit der Netzspannung liegt vor allem im einfachen Aufbau dieses Schaltgerätes, da eine Verklinkung nicht erforderlich ist. Die Schütze bieten daher auch preislich gegenüber verklinkten Schaltern einen Anreiz, außerdem kann eine Fernauslösung ohne Schwierigkeiten mit ihnen durchgeführt werden. Es sollte aber nicht verkannt werden, daß solchen Schaltgeräten die genannten betrieblichen Nachteile anhaften, und es ist bei der Wahl von Schaltgeräten dringend notwendig, die Vor- und Nachteile abzuwägen. Grundsätzlich sollten Schütze mit von der Netzspannung gespeisten Haltespulen ohne Abfallverzögerung nur dort verwendet werden, wo der vorzeitige Ausfall des angeschlossenen Motors betrieblich und wirtschaftlich tragbar oder gar ausdrücklich erwünscht ist. Es ist dann aber unerläßlich, daß dem Kunden die Eigenschaften dieser Geräte genannt werden, denn eine nachträgliche Änderung scheitert trotz der technischen Möglichkeit meist an den dadurch notwendigen Kosten.

Es ist zu hoffen, daß in dieser Frage die erzeugende Elektroindustrie und die Elektrizitätswerke gemeinsame Wege gehen, und nicht nur die Elektrizitätswerke, sondern auch die Industrie müssen erwarten, daß ihre Belange von der Elektroindustrie berücksichtigt werden. Auch das Installationsgewerbe sollte hinsichtlich der Auswahl geeigneter Schaltgeräte die angeführten Vorschläge beachten.

Zusammenfassung.

Elektrische Maschinen und Geräte sind vor allem richtig gegen Überbeanspruchung durch Überstrom zu schützen. Der Arbeitsbereich des Überstromschutzes ist dabei voll auszunutzen und nicht durch vorzeitiges Eingreifen von Spannungsrückgangsschutz zu beschneiden. Spannungsrückgangs-Schutzeinrichtungen brauchen erst wirksam zu werden, wenn die Spannung mehrere Sekunden stark zusammenbricht oder ganz ausbleibt. Spannungsrückgangsrelais ohne Verzögerung sind im allgemeinen viel zu empfindlich. Daher ist zu empfehlen, Spannungsrückgangsrelais grundsätzlich nur mit Verzögerung bis mindestens 5 s zu verwenden und auch die Abfallspannung der Relais möglichst tief zu legen. Unverklinkte Schaltgeräte mit Haltemagneten sind mit Vorsicht zu verwenden, denn sie sind den Relais ohne Verzögerung in ihrer Wirkung gleichzusetzen. Sie können aber gegen Spannungsabsenkungen unempfindlicher gemacht werden, wenn die Abfallspannung auf 20 bis 30 % Restspannung gebracht wird. Auch durch Anbringen einer Abfallverzögerung oder durch Speisung der Einschalte- bzw. Haltemagnete mit einer Fremdspannung kann der diesen Geräten zweifellos anhaftende Nachteil der zu großen Empfindlichkeit bei Spannungsschwankungen beseitigt werden.

Digitized by Google

Akustische Meßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Messungen an Fernsprechern.

Von H. Panzerbieter, Berlin.

(Schluß von S. 738.)

534. 6 : 621. 395

Subjektive Messungen an Fernsprechern.

Die in unseren bisherigen Betrachtungen behandelten objektiven Meßverfahren und die dabei erhaltenen Maße sind für die Beurteilung eines elektroakustischen Gerätes vollkommen ausreichend, wenn das von ihm übertragene Frequenzband mindestens den wichtigsten Frequenzbereich der menschlichen Sprache von etwa 200 bis 4000 Hz umfaßt und ferner, wenn es keine ausgeprägten Resonanzen besitzt. Diese Voraussetzungen treffen aber bei einem großen Teil dieser Geräte nicht zu. Haben z. B. zwei Mikrophone im Mittel das gleiche Übertragungsmaß, jedoch das eine eine ausgeprägte Resonanzspitze bei 1000 Hz, wo der Hauptformant des a der menschlichen Sprache liegt, und das andere bei 3000 Hz, wo die Energie der menschlichen Sprache nur noch gering ist, so wird in der Lautstärke das erste wesentlich größer sein als das zweite. Da sich diese Lautstärke nur umständlich aus einer komplizierten Frequenzkurve berechnen läßt, sie aber bei der Planung von Fernsprechanlagen eine wesentliche Rolle spielt, mußte ein besonderes Maß für diese Lautstärke eingeführt werden, die sogenannte Bezugsdämpfung. Diese gibt den subjektiven Lautstärkeunterschied in db oder N an, der durch Sprachvergleich gegenüber einer verzerrungsfreien, in ihren objektiven Übertragungsmaßen und ihrem Übertragungsbereich festgelegten Eichverbindung gewonnen wird. Der für alle diese Messungen maßgebende Ureichkreis[9]) ist der SFERT in Paris (Système Fondamental Européen de Référence pour la Transmission Téléphonique). Dem gleichen Zweck dient der im Reichspostzentralamt in Berlin stehende Haupteichkreis (HEK)[10]), der in seinen Eigenschaften dem SFERT vollkommen gleich ist.

In seinen Hauptteilen besteht ein solcher Eichkreis, wie Abb. 12 zeigt, aus einem Mikrophon- oder Sendesystem, einem Leitungssystem und einem Telephon- oder

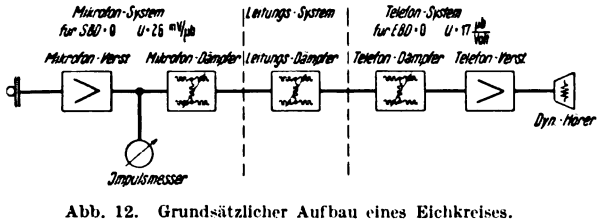


Abb. 12. Grundsätzlicher Aufbau eines Eichkreises.

Empfangssystem. Die Abhängigkeit des Übertragungsmaßes von der Frequenz sowie das absolute Übertragungsmaß sind für jedes System getrennt festgelegt. An jedem Eichkreis ist die Möglichkeit vorgesehen, diese Maße absolut zu eichen. Für das Sendesystem ist für die Sendebezugsdämpfung 0 das Übertragungsmaß $\ddot{U} = 26$ mV/µb, für das Telephonsystem für die Empfangsbezugsdämpfung 0 $\ddot{U} = 17$ µb/V. Da diese Eichverbindung verzerrungsfrei sein muß, wird als Mikrophon ein Kondensatormikrophon, als Telephon ein dynamischer Hörer verwendet, die beide im Bereich der menschlichen Sprache, also bis rd. 6000 Hz, praktisch vollkommen frequenzunabhängig sind.

[9]) P. Chavasse, J. Télécommun. 3 (1936) S. 225.
[10]) W. Wolman u. E. Döring, Telegr.-, Fernspr.- u. Funktechn. 19 (1930) S. 59.

Die praktische Messung der Sendebezugsdämpfung eines Fernsprechers an einem solchen Eichkreis zeigt Abb. 13. Der Sprecher bespricht nacheinander mit gleich lauter Stimme das Normalmikrophon des Eichkreises und das des zu messenden Fernsprechers und schaltet über ein Relais den in einem anderen Raum am Hörer sitzenden Beobachter jedesmal auf das gerade besprochene Sendesystem. Dieser dämpft mit dem Telephondämpfer nun die Lautstärke des Normalmikrophons so, daß der subjektive Lautstärkeeindruck der gleiche ist wie für den Fernsprecher. Die Summe der am Mikrophon- und am Telephondämpfer eingestellten Dämpfungswerte ergibt dann die Sendebezugsdämpfung für den Fernsprecher. Da die Kohlemikrophone im allgemeinen eine nichtlineare

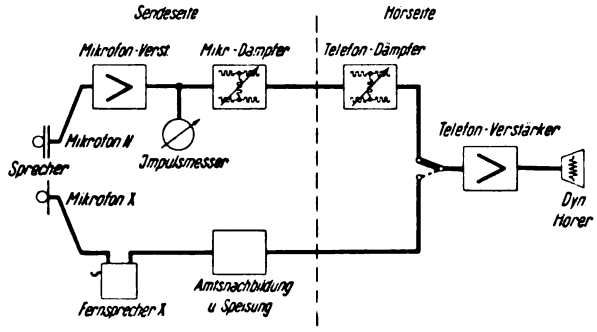


Abb. 13. Messung der Bezugsdämpfung eines Mikrophons.

Amplitudencharakteristik besitzen, ist die Sprechstärke für derartige Messungen international festgelegt; sie wird mit einem Impulsmesser überwacht; eine solche Messung wird mindestens von 3 Beobachtern ausgeführt. In ähnlicher Weise wird auch die Empfangsbezugsdämpfung gemessen; hierbei wird sowohl das Empfangssystem des Eichkreises als auch der zu messende Fernsprecher von dem Kondensatormikrophon des Eichkreises besprochen.

Das zweite subjektive Meßverfahren ist die Messung der Verständlichkeit einer Verbindung. Die erreichte Verständlichkeit ist gewissermaßen der Prüfstein für die folgerichtige Auswertung der bisher beschriebenen subjektiven und objektiven Messungen während der Entwicklung neuer verbesserter Fernsprecher. Die Verständlichkeitsmessung geht so vor sich, daß zusammenhanglose Silben, sogenannte Logatome, die jeweils aus einem An-, einem Ablaut und einem Vokal in der Mitte bestehen, über die zu messende Verbindung gesendet werden. Die Prozentzahl der richtig verstandenen Silben ergibt die Logatomverständlichkeit der Verbindung. Zu einer Meßreihe gehören fünf Messungen mit fünf verschiedenen Texten entsprechend der Zahl der Beobachter, von denen jeder einen Text spricht und vier Texte hört. Sollen Meßreihen an verschiedenen Tagen miteinander vergleichbare Werte ergeben, so wird noch eine Eichverbindung mit möglichst ähnlichen Eigenschaften mitgemessen, die dann zur Korrektion der Meßwerte dient. Diese Maßnahme ist unbedingt notwendig, da der Zustand des Meßtrupps natürlich von Tag zu Tag wechselt. Besondere Beobachtung ist dabei der Auswahl der Meßbedingungen zu schenken. Für die normalen Messungen an Fernsprech-

Digitized by Google

verbindungen sind diese international festgelegt. Man nähert dabei durch eine vorgeschriebene Bezugsdämpfung, durch bestimmte Raumgeräuschlautstärken am Ort des Senders und der Empfänger und durch Einführung eines Leitungsgeräusches die normalen Betriebsbedingungen beim Fernsprechen an. Neben dem Vergleich verschiedener Fernsprecher selbst ist die Aufgabe der Verständlichkeitsmessungen gerade die Festlegung des Einflusses der eben erwähnten Betriebsfaktoren, um die Grenzen kennen zu lernen, in denen sie auf ein wirtschaftlich vernünftiges, aber im Betrieb noch erträgliches Maß gemindert werden müssen.

Objektive Prüfung von Fernsprechern.

Alle diese Messungen sind infolge der notwendigen großen Zahl von Einzelmessungen sehr zeitraubend, und es haften ihnen alle Fehler subjektiver Messungen an. Man ist deshalb bestrebt, sie durch objektive Meßverfahren zu ersetzen. Der erste Schritt ist auf dem Gebiet der Bezugsdämpfungsmessungen durch Schaffung eines Fernsprecher-Prüfgerätes[11]) gemacht worden. Dieses Gerät soll dazu dienen, den Betriebszustand der beim Teilnehmer befindlichen Fernsprecher in einfacher Weise durch Prüfung der Sende- und Empfangsbezugsdämpfung festzustellen. Hier versagen alle subjektiven Verfahren von vornherein, da sie wegen der zahlreichen Fernsprechstellen und der damit für eine wirkliche Prüfung notwendigen Zahl an Personen und der Kosten nicht durchführbar sind. Bei diesem objektiven Prüfgerät wird die Bezugsdämpfung, wie aus der in Abb. 14 dargestellten

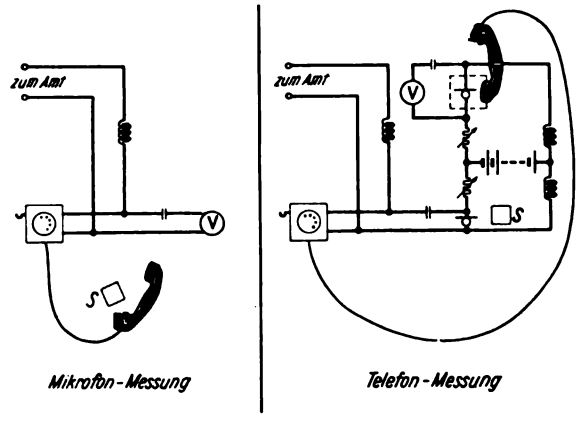


Abb. 14. Objektive Prüfung der Sende- und Empfangsbezugsdämpfung.

Meßweise zu ersehen ist, an einem Gerät abgelesen. Die bei der subjektiven Messung notwendige menschliche Stimme und das Ohr sind durch eine besondere Schallquelle und ein künstliches Ohr ersetzt.

Bei der Messung der Sendebezugsdämpfung (SBD) wird die Schallquelle S in einem definierten, dem vom CCI festgelegten Normalkopf entsprechenden Abstand vor dem zu messenden Mikrophon M aufgestellt. Die von dem Mikrophon abgegebene Spannung wird an einem in Neper SBD geeichten Meßgerät abgelesen. Für die Messung der Empfangsbezugsdämpfung wird in einem besonders konstanten Kohlemikrophon die akustische Energie der Schallquelle in elektrische umgewandelt und auf den Eingang des Fernsprechers gegeben. Der Schalldruck, der vom Telephon erzeugt wird, wird am künstlichen Ohr von einem zweiten Kohlemikrophon aufgenommen, in elektrische Energie verwandelt und am Meßgerät als Empfangsbezugsdämpfung abgelesen. Die beiden Kohlemikrophone werden vor jeder Messung auf ihre Konstanz hin geprüft, und zwar werden sie mit der Schallquelle, die sehr konstant ist, betönt und ihr Speisestrom so eingeregelt, daß sie einen bestimmten Ausschlag am Instrument erzeugen.

Die Hauptaufgabe der Entwicklung lag in der Schaffung einer Schallquelle, die sich den Eigenschaften der menschlichen Sprache genügend annähert.

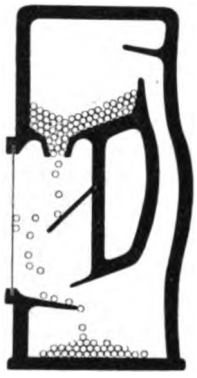


Abb. 15. Prinzip der Normalschallquelle.

Abb. 16. Fernsprecher-Prüfgerät im Betriebszustand.

Wie Abb. 15 zeigt, ähnelt sie im Prinzip einer Sanduhr. Aus einem Vorratsbehälter fallen Stahlkugeln gegen einen Stahlwinkel, von dem sie gegen eine Membran zurückgeworfen werden. Da in der Sekunde etwa 800 solche Stahlkugeln in unregelmäßiger Folge gegen die Membran geschleudert werden, entsteht ein über das ganze Frequenzband verteiltes Geräusch. Für die Messung der Bezugsdämpfung ist ein solches stetiges Frequenzband unbedingt erforderlich, da die heute verwendeten Mikrophone und Telephone starke Resonanzspitzen in ihrem Übertragungsbereich aufweisen. Würde man zur Betönung statt des kontinuierlichen ein Linienspektrum verwenden, so bestünde die Gefahr, daß je nachdem, ob eine Linie des Spektrums mit einer vorhandenen Resonanzspitze zusammenfällt oder nicht, die Lautstärke des zu messenden Gerätes verschieden angezeigt wird. Am oberen Teil des Gehäuses befindet sich ein Ventil, das den Kugelfall auslöst. Die Ablaufdauer beträgt 10 s, so daß bequem mehrere Ablesungen während eines Ablaufes gemacht werden können. Nach dem Ablauf wird die Schallquelle herumgedreht, so daß die Stahlkugeln durch den hohlen Griff wieder zurückrollen können. Sie ist dann wieder betriebsbereit. Das Gerät im Betriebszustand ist in Abb. 16 wiedergegeben.

Zusammenfassung.

Nach einer Begründung der Notwendigkeit für die Anwendung objektiver Meßverfahren bei der Entwicklung elektroakustischer Geräte wird zunächst die Eichung von Druckmeßmikrophonen beschrieben. Anschließend werden Meßverfahren für die Messungen im freien Schallfeld, für Messungen der Nichtlinearitäten und die für die Beurteilung von Fernsprechgeräten anzuwendenden subjektiven Bezugsdämpfungs- und Verständlichkeitsmeßverfahren erläutert. Zum Schluß wird kurz auf ein neuentwickeltes objektives Fernsprecher-Prüfgerät eingegangen.

[11]) G. Domsch u. O. Böhm, Telegr.-, Fernspr.- u. Funktechn. 26 (1937) S. 49.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 33 : 679. 5 **Glashaut zur Isolation von Leitungen.** — Die im vorigen Jahre erschienene Vorschrift VDE 0250 U/1936 gestattet bei beweglichen Leitungen bis zum Querschnitt 6 mm² statt der Verzinnung die Umspinnung mit Glashaut. Damit wurde dieser noch verhältnismäßig neue Werkstoff erstmalig zum anerkannten Werkstoff in der

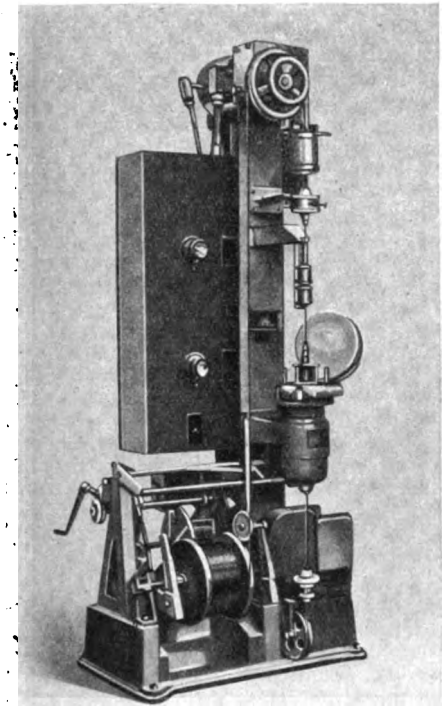


Abb. 1. Maschine zum Umspinnen von Drähten mit Glashaut einschl. Vor- und Nachlackierung in einem Arbeitsgang.

Elektrotechnik erhoben. Schon früher wurden Viskosefolien (der VDE wählte in seiner Vorschrift den Ausdruck Glashaut) in einer ganzen Reihe von deutschen Gebrauchsmustern und Patentschriften erwähnt, wobei es sich aber fast immer darum handelte, Papier oder andere Stoffe damit zu ersetzen, wie z. B. bei wetterfesten Leitungen, bei Feuchtraumleitungen usw. Für diesen Übergang von Papier usw. auf Glashaut waren wohl die guten mechanischen Eigenschaften in erster Linie maßgebend, denn aus der Praxis vorliegende Untersuchungen ergeben bei einer Bändchenbreite von 2 bis 3 mm und einer Stärke von 0,02 mm

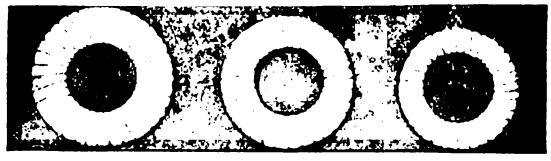
eine Reißlänge von 5 bis 6000 m und eine Reißfestigkeit von rd. 500 g } bei normaler Luftfeuchtigkeit.

Die Dehnung beträgt längs 15 bis 18% und quer 35 bis 40%; das sind also Werte, die im Vergleich zu Kabelpapier als sehr vorteilhaft anzusprechen sind. Außerdem ist Glashaut benzin- und ozonfest, öl- und luftdicht, wieder Eigenschaften, die in den meisten Fällen gesucht werden. Selbstverständlich ist Glashaut auch vulkanisationsfest; in schwachen Säuren und Laugen ist sie unlöslich.

In Deutschland wurden im Jahre 1930 von einem großen Berliner Kabelwerk die ersten Umspinnungsversuche gemacht, die auch restlos glückten. Bei diesen Versuchen diente die Viskosefolie als Trennschicht zwischen zwei Gewebeschichten, und unter Mitverwendung von bestimmten Tränk- und Bitumenmassen wurden brauchbare Leitungen aufgebaut. Sicherlich ist es so, daß als Reinisolator eine Viskosefolie zunächst wohl nur dann in Betracht kommen kann, wenn sie durch entsprechende Tränkungsmassen vor- oder nachbehandelt wird, und dann nur zur Herstellung von Niederspannungskabeln und -leitungen. Trotzdem werden Viskosefolien in ausländischen Patentschriften auch als wirksamer Isolierstoff bezeichnet[1]).

In den V. S. Amerika wird Glashaut schon in großem Umfang bei der Herstellung von Dynamodrähten verwendet, und zwar wird der Kupferleiter zunächst mit einem Klebelack und nach der Viskoseumspinnung noch mit einem Schutzlack bedeckt. Diese 3 Vorgänge bewältigt eine eigens gebaute Maschine (Abb. 1) in einem Arbeitsgang mit einer Leistung von etwa 20 m Draht in der Minute.

Wichtig für den Übergang auf mit Glashaut umsponnenen Dynamodraht ist der Füllfaktor. So sinkt z. B. der Gesamtraumbedarf einer Ringspule mit 285 Windungen von 75,5 cm³ beim baumwollumsponnenen Lackdraht auf 66,7 cm³ bei Glashautumspinnung (Glashaut 0,02 mm, Klebeschicht und Schutzlackschicht). Die Raumersparnis wird weiter noch durch



a b c

a Doppelte Baumwoll-Umspinnung b Einfache Baumwoll-Umspinnung
c Glashaut-Umspinnung

Abb. 2.

Abb. 2 verdeutlicht. Derartige dünne Glashaut wird auch in wetterfester Ausführung hergestellt und weiter gibt es noch dicke Lackbänder mit guter Reißfestigkeit, Durchschlagsfestigkeit und Dehnung. *Schdl.*

621. 315. 21. 027. 3 **Eine Kabellinie für 150 kV.** — Die Société de Transport d'Energie des Alpes hat eine Drehstromdoppelleitung für 150 kV verkettete Spannung auf eine Strecke von 1250 m in Rücksicht auf den Luftverkehr verkabelt. Die Anlage umfaßt sechs Einleiter-Ölkabel, jeder der beiden Stränge kann 100 000 kVA übertragen. Das Kabel von 195 mm² Leiterquerschnitt (Leiterdurchmesser 22,4 mm) hat 120 Lagen Papierisolation, einen Durchmesser über dem inneren Bleimantel von 64 mm und einen Außendurchmesser von 79 mm. Es wurde unter Vakuum in einem mit Dampf geheizten Behälter getrocknet, darauf wurde zur restlosen Entfernung von Feuchtigkeitsspuren durch den Kanal des Hohlleiters durch Abkühlung auf —25,4° C vollständig ausgetrocknete Luft eingeblasen; letzteres geschah auch noch während des Aufpressens des Bleimantels in einem geheizten Raum. Hierauf folgten Prüfungen des Dielektrikums und der Dichte des Bleimantels und das Auspumpen bei 100° C, wodurch die Gasreste aus den Papierporen ausgetrieben wurden. Daran schloß sich die Tränkung mit sorgfältig getrocknetem und von gelösten Gasresten befreitem Öl unter ständigem Anschluß an Öldruckbehälter. Zwei Messingbänder über dem inneren Bleimantel verhindern dessen Aufblähung zufolge der betriebsmäßigen Erwärmung. Über diesen Bändern liegen ein zweiter Bleimantel und die üblichen Schutzschichten. Bei der Herstellung der Muffen, Trennmuffen und Endverschlüsse wurden dieselben Vorsichtsmaßregeln angewendet, um Feuchtigkeits- und Gaseinschlüsse zu vermeiden. Die Druckbehälter enthalten etwa 36 mit Luft von Atmosphärendruck gefüllte Metallzellen. Die Luft wird unter der Wirkung des Öldrucks zusammengepreßt, so daß sich das Ölvolumen nahezu nach dem Gesetz von Mariotte mit dem Druck ändert. Der Kabelherstellung gingen sorgfältige Versuche an Prüfstücken voraus: Prüfung mit Effektivspannung von 270 kV während 50 Std., darauf schnelle Spannungssteigerung von 270 kV bis zum Durchschlag bei 380 kV. Jede Fabrikationslänge wurde 30 min mit 180 kV gespannt und bei Spannungen zwischen 40 und 130 kV auf dielektrische Verluste gemessen, teilweise nach drei Aufheizungen bis 80° C. Zwischen Leiter und Blei liegen 87 kV entsprechend einer Höchstbeanspruchung von 8000 V/mm. Bei den 50stündigen Dauer-

[1]) Engl. Patent Nr. 305 803 des Mr. Taylor, Wallasey-Chester.

Digitized by Google

Netzspannung beeinflußten Einschalte- bzw. Haltemagnete bei unverklinkten Schaltern. Sie wirken als Haltespulen und werden vielfach zur Fernauslösung der Schalter benutzt; damit sind sie natürlich auch als Spannungsrückgangsauslöser ohne Verzögerung zu betrachten.

Oft findet man in Industrieanlagen, daß der Überstromschutz richtig gestuft nach Strom und Zeit eingebaut ist, auf der anderen Seite aber unverständlicherweise ohne jede Stufung Spannungsrückgangsauslöser ohne Verzögerung vorhanden sind. Solche Anordnungen heben bei Störungen in Industrieanlagen, die mit entsprechenden großen Spannungssenkungen verbunden sind, die beabsichtigte selektive Wirkung des Überstromschutzes auf und machen dadurch dem betroffenen Betrieb große Schwierigkeiten. Auch bei Spannungsabsenkungen, die vom Netz des liefernden Elektrizitätswerkes herrühren, treten bei solchen Anlagen unnötigerweise Auslösungen ein. Sowohl in öffentlichen wie industriellen Stromversorgungsanlagen ist eine völlige Störungsfreiheit nicht zu erzielen. Von den meisten Elektrizitätswerken wird aber zur schnellen Heraustrennung gestörter Anlageteile unter Aufwendung großer Kosten schnellschaltender Selektivschutz eingebaut, so daß in der Regel für die nicht unmittelbar betroffenen Abnehmer nur Spannungsabsenkungen von sehr kurzer Dauer auftreten. Da Spannungsrückgangsauslöser ohne Verzögerung aber schon bei geringen Absenkungen noch durchaus betriebsfähige Motoren vorzeitig abschalten, sind damit alle aufgewendeten Verbesserungen im Netz, die dem Stromabnehmer eine einwandfreie Stromlieferung gewährleisten sollen, für solche Anlagen ohne Vorteil. Die Folgen sind Beschwerden beim Elektrizitätswerk und schließlich oftmals die Erkenntnis, daß der Nullspannungsschutz der Motoren nicht im geringsten den Betriebseigenschaften der Motoren entspricht. Außerdem ist die vorzeitige Auslösung von Motoren auch aus wirtschaftlichen Gründen unerwünscht, denn es werden dadurch unnötigerweise Betriebsstillstände hervorgerufen, die besonders bei empfindlichen Industrien Schäden und Verlust zur Folge haben.

Da heute die meisten Industrieanlagen an Überlandnetze angeschlossen sind und schon aus Gründen der wirtschaftlichen Verwertung der Kohle wohl mit einer weiteren Entwicklung in dieser Richtung zu rechnen ist, sollten sich alle Beteiligten der Lösung der Motorschutzfrage bei Spannungsabsenkungen ernstlich widmen, denn es gibt Wege, die durchaus gangbar sind. Solange die Elektrizitätswerke noch nicht in der Lage waren, die Dauer von Spannungsabsenkungen in erträglichen Grenzen zu halten, konnte es noch verständlich erscheinen, sich mit der Frage des Spannungsrückgangsschutzes nicht allzu sehr zu befassen. Die Dinge liegen aber heute, wie bereits erwähnt, bei der Mehrzahl der Elektrizitätswerke wesentlich anders.

Ein brauchbarer Motorschutz muß vor allem aus einem richtig bemessenen Überstromschutz bestehen. Als Schutz bei Spannungsabsenkungen und bei Wegbleiben der Spannung kommen Spannungsabfallrelais in Frage, die bei 30 bis 40 % Restspannung nach rd. 5 s auslösen. Es ist empfehlenswert, die Zeitverzögerung zwischen 1 und 5 s einstellbar zu machen, damit besondere Wünsche berücksichtigt werden können. Bei größeren Betrieben braucht zwecks Kostenersparnis für einzelne Motorgruppen nur je ein Spannungsabfallrelais vorgesehen zu werden. Es genügt auch e i n Relais für den ganzen Betrieb, nur ist dabei zu beachten, daß man mit diesem Relais nicht auch die Lichtanlage mit abschaltet, damit die Wiederkehr der Spannung sofort bemerkt wird.

Sollen Schalter elektrisch ein- und ausgeschaltet werden, dann ist die Ein- und Ausschaltspule in Arbeitsstromschaltung auszuführen (Fernschalter). Solche Schalter müssen sich durch Verklinkung selbst halten. Bei Schaltern ohne Verklinkung (Schütze) kann die Einschaltspule, die zugleich als Haltespule dient, mit Vorteil mit Gleichstrom gespeist werden, der allerdings von der Netzspannung unabhängig sein muß. Sollen Fernschalter und Schütze auch bei Spannungsabsenkungen auslösen, dann sind Spannungsrückgangsrelais mit ausreichender Verzögerung vorzusehen. Bei Schützen müßte dieses Relais den Gleichstromkreis der Haltespule unterbrechen, während es bei Schaltern unmittelbar die Verklinkung löst.

In größeren Betrieben wird die Erstellung einer Hilfsstromquelle schon deshalb zu empfehlen sein, um eine Notbeleuchtungsanlage zu besitzen, und es ist daher dort der Anschluß von Gleichstromhaltespulen bei Schützen durchführbar. Bei mittleren und kleinen Betrieben könnte die von der Netzspannung beeinflußte Einschalte- bzw. Haltespule eine ausreichende Abfallverzögerung erhalten, die bis 5 s einstellbar sein müßte. Damit verliert das Schütz allerdings seine sofortige Schaltbarkeit, doch ist diese in vielen Fällen gar nicht erforderlich. Eine weitere einfache Anpassung an die Betriebsverhältnisse ist es, die Abfallspannung der Haltespulen auf etwa 20 bis 30 % Restspannung zu legen, wodurch die Empfindlichkeit gegenüber Spannungsabsenkungen weit vermindert wird. Die Grenze dürfte in dieser Richtung nur durch den Eigenverbrauch und die Abmessungen der Spulen gegeben sein.

Der Vorteil der bei Schützen allgemein üblichen Speisung der Einschalte- bzw. Haltespule mit der Netzspannung liegt vor allem im einfachen Aufbau dieses Schaltgerätes, da eine Verklinkung nicht erforderlich ist. Die Schütze bieten daher auch preislich gegenüber verklinkten Schaltern einen Anreiz, außerdem kann eine Fernauslösung ohne Schwierigkeiten mit ihnen durchgeführt werden. Es sollte aber nicht verkannt werden, daß solchen Schaltgeräten die genannten betrieblichen Nachteile anhaften, und es ist bei der Wahl von Schaltgeräten dringend notwendig, die Vor- und Nachteile abzuwägen. Grundsätzlich sollten Schütze mit von der Netzspannung gespeisten Haltespulen ohne Abfallverzögerung nur dort verwendet werden, wo der vorzeitige Ausfall des angeschlossenen Motors betrieblich und wirtschaftlich tragbar oder gar ausdrücklich erwünscht ist. Es ist dann aber unerläßlich, daß dem Kunden die Eigenschaften dieser Geräte genannt werden, denn eine nachträgliche Änderung scheitert trotz der technischen Möglichkeit meist an den dadurch notwendigen Kosten.

Es ist zu hoffen, daß in dieser Frage die erzeugende Elektroindustrie und die Elektrizitätswerke gemeinsame Wege gehen, und nicht nur die Elektrizitätswerke, sondern auch die Industrie müssen erwarten, daß ihre Belange von der Elektroindustrie berücksichtigt werden. Auch das Installationsgewerbe sollte hinsichtlich der Auswahl geeigneter Schaltgeräte die angeführten Vorschläge beachten.

Zusammenfassung.

Elektrische Maschinen und Geräte sind vor allem richtig gegen Überbeanspruchung durch Überstrom zu schützen. Der Arbeitsbereich des Überstromschutzes ist dabei voll auszunutzen und nicht durch vorzeitiges Eingreifen von Spannungsrückgangsschutz zu beschneiden. Spannungsrückgangs-Schutzeinrichtungen brauchen erst wirksam zu werden, wenn die Spannung mehrere Sekunden stark zusammenbricht oder ganz ausbleibt. Spannungsrückgangsrelais ohne Verzögerung sind im allgemeinen viel zu empfindlich. Daher ist zu empfehlen, Spannungsrückgangsrelais grundsätzlich nur mit Verzögerung bis mindestens 5 s zu verwenden und auch die Abfallspannung der Relais möglichst tief zu legen. Unverklinkte Schaltgeräte mit Haltemagneten sind mit Vorsicht zu verwenden, denn sie sind den Relais ohne Verzögerung in ihrer Wirkung gleichzusetzen. Sie können aber gegen Spannungsabsenkungen unempfindlicher gemacht werden, wenn die Abfallspannung auf 20 bis 30 % Restspannung gebracht wird. Auch durch Anbringen einer Abfallverzögerung oder durch Speisung der Einschalte- bzw. Haltemagnete mit einer Fremdspannung kann der diesen Geräten zweifellos anhaftende Nachteil der zu großen Empfindlichkeit bei Spannungsschwankungen beseitigt werden.

Digitized by Google

Akustische Meßverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Messungen an Fernsprechern.

Von H. Panzerbieter, Berlin.

(Schluß von S. 738.)

534. 6 : 621. 395

Subjektive Messungen an Fernsprechern.

Die in unseren bisherigen Betrachtungen behandelten objektiven Meßverfahren und die dabei erhaltenen Maße sind für die Beurteilung eines elektroakustischen Gerätes vollkommen ausreichend, wenn das von ihm übertragene Frequenzband mindestens den wichtigsten Frequenzbereich der menschlichen Sprache von etwa 200 bis 4000 Hz umfaßt und ferner, wenn es keine ausgeprägten Resonanzen besitzt. Diese Voraussetzungen treffen aber bei einem großen Teil dieser Geräte nicht zu. Haben z. B. zwei Mikrophone im Mittel das gleiche Übertragungsmaß, jedoch das eine eine ausgeprägte Resonanzspitze bei 1000 Hz, wo der Hauptformant des a der menschlichen Sprache liegt, und das andere bei 3000 Hz, wo die Energie der menschlichen Sprache nur noch gering ist, so wird in der Lautstärke das erste wesentlich größer sein als das zweite. Da sich diese Lautstärke nur umständlich aus einer komplizierten Frequenzkurve berechnen läßt, sie aber bei der Planung von Fernsprechanlagen eine wesentliche Rolle spielt, mußte ein besonderes Maß für diese Lautstärke eingeführt werden, die sogenannte Bezugsdämpfung. Diese gibt den subjektiven Lautstärkeunterschied in db oder N an, der durch Sprachvergleich gegenüber einer verzerrungsfreien, in ihren objektiven Übertragungsmaßen und ihrem Übertragungsbereich festgelegten Eichverbindung gewonnen wird. Der für alle diese Messungen maßgebende Ureichkreis[9]) ist der SFERT in Paris (Système Fondamental Européen de Référence pour la Transmission Téléphonique). Dem gleichen Zweck dient der im Reichspostzentralamt in Berlin stehende Haupteichkreis (HEK)[10]), der in seinen Eigenschaften dem SFERT vollkommen gleich ist.

In seinen Hauptteilen besteht ein solcher Eichkreis, wie Abb. 12 zeigt, aus einem Mikrophon- oder Sendesystem, einem Leitungssystem und einem Telephon- oder

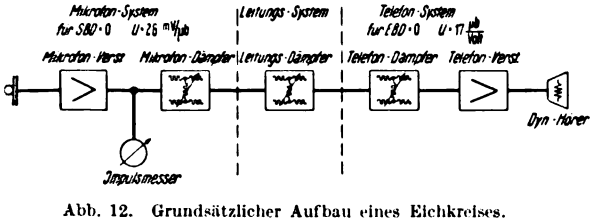


Abb. 12. Grundsätzlicher Aufbau eines Eichkreises.

Empfangssystem. Die Abhängigkeit des Übertragungsmaßes von der Frequenz sowie das absolute Übertragungsmaß sind für jedes System getrennt festgelegt. An jedem Eichkreis ist die Möglichkeit vorgesehen, diese Maße absolut zu eichen. Für das Sendesystem ist für die Sendebezugsdämpfung 0 das Übertragungsmaß $\ddot{U} = 26$ mV/µb, für das Telephonsystem für die Empfangsbezugsdämpfung 0 $\ddot{U} = 17$ µb/V. Da diese Eichverbindung verzerrungsfrei sein muß, wird als Mikrophon ein Kondensatormikrophon, als Telephon ein dynamischer Hörer verwendet, die beide im Bereich der menschlichen Sprache, also bis rd. 6000 Hz, praktisch vollkommen frequenzunabhängig sind.

[9]) P. Chavasse, J. Télécommun. 3 (1936) S. 225.
[10]) W. Wolman u. E. Döring, Telegr.-, Fernspr.- u. Funktechn. 19 (1930) S. 59.

Die praktische Messung der Sendebezugsdämpfung eines Fernsprechers an einem solchen Eichkreis zeigt Abb. 13. Der Sprecher bespricht nacheinander mit gleich lauter Stimme das Normalmikrophon des Eichkreises und das des zu messenden Fernsprechers und schaltet über ein Relais den in einem anderen Raum am Hörer sitzenden Beobachter jedesmal auf das gerade besprochene Sendesystem. Dieser dämpft mit dem Telephondämpfer nun die Lautstärke des Normalmikrophons so, daß der subjektive Lautstärkeeindruck der gleiche ist wie für den Fernsprecher. Die Summe der am Mikrophon- und am Telephondämpfer eingestellten Dämpfungswerte ergibt dann die Sendebezugsdämpfung für den Fernsprecher. Da die Kohlemikrophone im allgemeinen eine nichtlineare

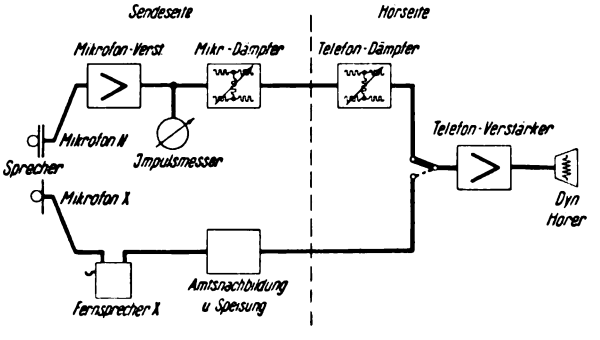


Abb. 13. Messung der Bezugsdämpfung eines Mikrophons.

Amplitudencharakteristik besitzen, ist die Sprechstärke für derartige Messungen international festgelegt; sie wird mit einem Impulsmesser überwacht; eine solche Messung wird mindestens von 3 Beobachtern ausgeführt. In ähnlicher Weise wird auch die Empfangsbezugsdämpfung gemessen; hierbei wird sowohl das Empfangssystem des Eichkreises als auch der zu messende Fernsprecher von dem Kondensatormikrophon des Eichkreises besprochen.

Das zweite subjektive Meßverfahren ist die Messung der Verständlichkeit einer Verbindung. Die erreichte Verständlichkeit ist gewissermaßen der Prüfstein für die folgerichtige Auswertung der bisher beschriebenen subjektiven und objektiven Messungen während der Entwicklung neuer verbesserter Fernsprecher. Die Verständlichkeitsmessung geht so vor sich, daß zusammenhanglose Silben, sogenannte Logatome, die jeweils aus einem An-, einem Ablaut und einem Vokal in der Mitte bestehen, über die zu messende Verbindung gesendet werden. Die Prozentzahl der richtig verstandenen Silben ergibt die Logatomverständlichkeit der Verbindung. Zu einer Meßreihe gehören fünf Messungen mit fünf verschiedenen Texten entsprechend der Zahl der Beobachter, von denen jeder einen Text spricht und vier Texte hört. Sollen Meßreihen an verschiedenen Tagen miteinander vergleichbare Werte ergeben, so wird noch eine Eichverbindung mit möglichst ähnlichen Eigenschaften mitgemessen, die dann zur Korrektion der Meßwerte dient. Diese Maßnahme ist unbedingt notwendig, da der Zustand des Meßtrupps natürlich von Tag zu Tag wechselt. Besondere Beobachtung ist dabei der Auswahl der Meßbedingungen zu schenken. Für die normalen Messungen an Fernsprech-

Digitized by Google

verbindungen sind diese international festgelegt. Man nähert dabei durch eine vorgeschriebene Bezugsdämpfung, durch bestimmte Raumgeräuschlautstärken am Ort des Senders und der Empfänger und durch Einführung eines Leitungsgeräusches die normalen Betriebsbedingungen beim Fernsprechen an. Neben dem Vergleich verschiedener Fernsprecher selbst ist die Aufgabe der Verständlichkeitsmessungen gerade die Festlegung des Einflusses der eben erwähnten Betriebsfaktoren, um die Grenzen kennen zu lernen, in denen sie auf ein wirtschaftlich vernünftiges, aber im Betrieb noch erträgliches Maß gemindert werden müssen.

Objektive Prüfung von Fernsprechern.

Alle diese Messungen sind infolge der notwendigen großen Zahl von Einzelmessungen sehr zeitraubend, und es haften ihnen alle Fehler subjektiver Messungen an. Man ist deshalb bestrebt, sie durch objektive Meßverfahren zu ersetzen. Der erste Schritt ist auf dem Gebiet der Bezugsdämpfungsmessungen durch Schaffung eines Fernsprecher-Prüfgerätes[11]) gemacht worden. Dieses Gerät soll dazu dienen, den Betriebszustand der beim Teilnehmer befindlichen Fernsprecher in einfacher Weise durch Prüfung der Sende- und Empfangsbezugsdämpfung festzustellen. Hier versagen alle subjektiven Verfahren von vornherein, da sie wegen der zahlreichen Fernsprechstellen und der damit für eine wirkliche Prüfung notwendigen Zahl an Personen und der Kosten nicht durchführbar sind. Bei diesem objektiven Prüfgerät wird die Bezugsdämpfung, wie aus der in Abb. 14 dargestellten

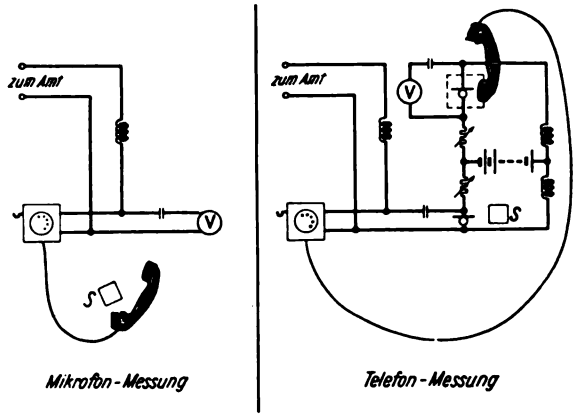


Abb. 14. Objektive Prüfung der Sende- und Empfangsbezugsdämpfung.

Meßweise zu ersehen ist, an einem Gerät abgelesen. Die bei der subjektiven Messung notwendige menschliche Stimme und das Ohr sind durch eine besondere Schallquelle und ein künstliches Ohr ersetzt.

Bei der Messung der Sendebezugsdämpfung (SBD) wird die Schallquelle *S* in einem definierten, dem vom CCI festgelegten Normalkopf entsprechenden Abstand vor dem zu messenden Mikrophon *M* aufgestellt. Die von dem Mikrophon abgegebene Spannung wird an einem in Neper SBD geeichten Meßgerät abgelesen. Für die Messung der Empfangsbezugsdämpfung wird in einem besonders konstanten Kohlemikrophon die akustische Energie der Schallquelle in elektrische umgewandelt und auf den Eingang des Fernsprechers gegeben. Der Schalldruck, der vom Telephon erzeugt wird, wird am künstlichen Ohr von einem zweiten Kohlemikrophon aufgenommen, in elektrische Energie verwandelt und am Meßgerät als Empfangsbezugsdämpfung abgelesen. Die beiden Kohlemikrophone werden vor jeder Messung auf ihre Konstanz hin geprüft, und zwar werden sie mit der Schallquelle, die sehr konstant ist, betönt und ihr Speisestrom so eingeregelt, daß sie einen bestimmten Ausschlag am Instrument erzeugen.

Die Hauptaufgabe der Entwicklung lag in der Schaffung einer Schallquelle, die sich den Eigenschaften der menschlichen Sprache genügend annähert.

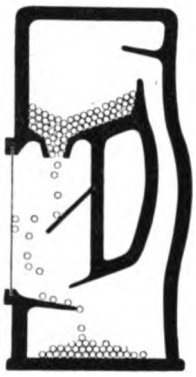


Abb. 15. Prinzip der Normalschallquelle.

Abb. 16. Fernsprecher-Prüfgerät im Betriebszustand.

Wie Abb. 15 zeigt, ähnelt sie im Prinzip einer Sanduhr. Aus einem Vorratsbehälter fallen Stahlkugeln gegen einen Stahlwinkel, von dem sie gegen eine Membran zurückgeworfen werden. Da in der Sekunde etwa 800 solche Stahlkugeln in unregelmäßiger Folge gegen die Membran geschleudert werden, entsteht ein über das ganze Frequenzband verteiltes Geräusch. Für die Messung der Bezugsdämpfung ist ein solches stetiges Frequenzband unbedingt erforderlich, da die heute verwendeten Mikrophone und Telephone starke Resonanzspitzen in ihrem Übertragungsbereich aufweisen. Würde man zur Betönung statt des kontinuierlichen ein Linienspektrum verwenden, so bestünde die Gefahr, daß je nachdem, ob eine Linie des Spektrums mit einer vorhandenen Resonanzspitze zusammenfällt oder nicht, die Lautstärke des zu messenden Gerätes verschieden angezeigt wird. Am oberen Teil des Gehäuses befindet sich ein Ventil, das den Kugelfall auslöst. Die Ablaufdauer beträgt 10 s, so daß bequem mehrere Ablesungen während eines Ablaufes gemacht werden können. Nach dem Ablauf wird die Schallquelle herumgedreht, so daß die Stahlkugeln durch den hohlen Griff wieder zurückrollen können. Sie ist dann wieder betriebsbereit. Das Gerät im Betriebszustand ist in Abb. 16 wiedergegeben.

Zusammenfassung.

Nach einer Begründung der Notwendigkeit für die Anwendung objektiver Meßverfahren bei der Entwicklung elektroakustischer Geräte wird zunächst die Eichung von Druckmeßmikrophonen beschrieben. Anschließend werden Meßverfahren für die Messungen im freien Schallfeld, für Messungen der Nichtlinearitäten und die für die Beurteilung von Fernsprechgeräten anzuwendenden subjektiven Bezugsdämpfungs- und Verständlichkeitsmeßverfahren erläutert. Zum Schluß wird kurz auf ein neuentwickeltes objektives Fernsprecher-Prüfgerät eingegangen.

[11]) G. Domsch u. O. Böhm, Telegr.-, Fernspr.- u. Funktechn. 26 (1937) S. 49.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 33 : 679. 5 **Glashaut zur Isolation von Leitungen.** — Die im vorigen Jahre erschienene Vorschrift VDE 0250 U/1936 gestattet bei beweglichen Leitungen bis zum Querschnitt 6 mm² statt der Verzinnung die Umspinnung mit Glashaut. Damit wurde dieser noch verhältnismäßig neue Werkstoff erstmalig zum anerkannten Werkstoff in der

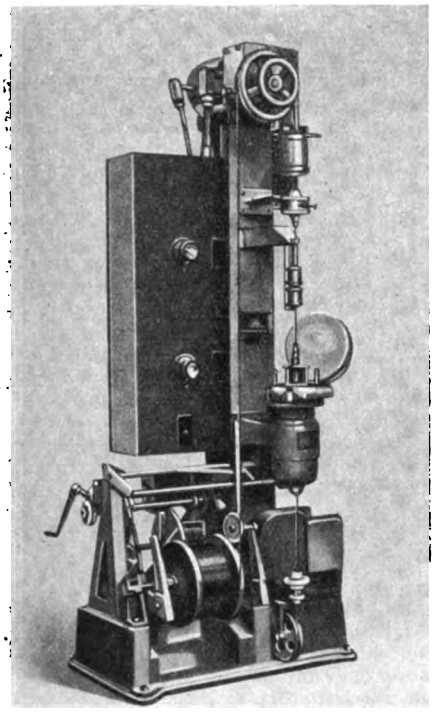


Abb. 1. Maschine zum Umspinnen von Drähten mit Glashaut einschl. Vor- und Nachlackierung in einem Arbeitsgang.

Elektrotechnik erhoben. Schon früher wurden Viskosefolien (der VDE wählte in seiner Vorschrift den Ausdruck Glashaut) in einer ganzen Reihe von deutschen Gebrauchsmustern und Patentschriften erwähnt, wobei es sich aber fast immer darum handelte, Papier oder andere Stoffe damit zu ersetzen, wie z. B. bei wetterfesten Leitungen, bei Feuchtraumleitungen usw. Für diesen Übergang von Papier usw. auf Glashaut waren wohl die guten mechanischen Eigenschaften in erster Linie maßgebend, denn aus der Praxis vorliegende Untersuchungen ergeben bei einer Bändchenbreite von 2 bis 3 mm und einer Stärke von 0,02 mm

eine Reißlänge von 5 bis 6000 m und eine Reißfestigkeit von rd. 500 g } bei normaler Luftfeuchtigkeit.

Die Dehnung beträgt längs 15 bis 18% und quer 35 bis 40%; das sind also Werte, die im Vergleich zu Kabelpapier als sehr vorteilhaft anzusprechen sind. Außerdem ist Glashaut benzin- und ozonfest, öl- und luftdicht, wieder Eigenschaften, die in den meisten Fällen gesucht werden. Selbstverständlich ist Glashaut auch vulkanisationsfest; in schwachen Säuren und Laugen ist sie unlöslich.

In Deutschland wurden im Jahre 1930 von einem großen Berliner Kabelwerk die ersten Umspinnungsversuche gemacht, die auch restlos glückten. Bei diesen Versuchen diente die Viskosefolie als Trennschicht zwischen zwei Gewebeschichten, und unter Mitverwendung von bestimmten Tränk- und Bitumenmassen wurden brauchbare Leitungen aufgebaut. Sicherlich ist es so, daß als Reinisolator eine Viskosefolie zunächst wohl nur dann in Betracht kommen kann, wenn sie durch entsprechende Tränkungsmassen vor- oder nachbehandelt wird, und dann nur zur Herstellung von Niederspannungskabeln und -leitungen. Trotzdem werden Viskosefolien in ausländischen Patentschriften auch als wirksamer Isolierstoff bezeichnet[1]).

In den V. S. Amerika wird Glashaut schon in großem Umfang bei der Herstellung von Dynamodrähten verwendet, und zwar wird der Kupferleiter zunächst mit einem Klebelack und nach der Viskoseumspinnung noch mit einem Schutzlack bedeckt. Diese 3 Vorgänge bewältigt eine eigens gebaute Maschine (Abb. 1) in einem Arbeitsgang mit einer Leistung von etwa 20 m Draht in der Minute.

Wichtig für den Übergang auf mit Glashaut umsponnenen Dynamodraht ist der Füllfaktor. So sinkt z. B. der Gesamtraumbedarf einer Ringspule mit 285 Windungen von 75,5 cm³ beim baumwollumsponnenen Lackdraht auf 66,7 cm³ bei Glashautumspinnung (Glashaut 0,02 mm, Klebeschicht und Schutzlackschicht). Die Raumersparnis wird weiter noch durch

a b c

a Doppelte Baumwoll-Umspinnung b Einfache Baumwoll-Umspinnung c Glashaut-Umspinnung

Abb. 2.

Abb. 2 verdeutlicht. Derartige dünne Glashaut wird auch in wetterfester Ausführung hergestellt und weiter gibt es noch dicke Lackbänder mit guter Reißfestigkeit, Durchschlagsfestigkeit und Dehnung. *Schdl.*

621. 315. 21. 027. 3 **Eine Kabellinie für 150 kV.** — Die Société de Transport d'Energie des Alpes hat eine Drehstromdoppelleitung für 150 kV verkettete Spannung auf eine Strecke von 1250 m in Rücksicht auf den Luftverkehr verkabelt. Die Anlage umfaßt sechs Einleiter-Ölkabel, jeder der beiden Stränge kann 100 000 kVA übertragen. Das Kabel von 195 mm² Leiterquerschnitt (Leiterdurchmesser 22,4 mm) hat 120 Lagen Papierisolation, einen Durchmesser über dem inneren Bleimantel von 64 mm und einen Außendurchmesser von 79 mm. Es wurde unter Vakuum in einem mit Dampf geheizten Behälter getrocknet, darauf wurde zur restlosen Entfernung von Feuchtigkeitsspuren durch den Kanal des Hohlleiters durch Abkühlung auf —25,4° C vollständig ausgetrocknete Luft eingeblasen; letzteres geschah auch noch während des Aufpressens des Bleimantels in einem geheizten Raum. Hierauf folgten Prüfungen des Dielektrikums und der Dichte des Bleimantels und das Auspumpen bei 100° C, wodurch die Gasreste aus den Papierporen ausgetrieben wurden. Daran schloß sich die Tränkung mit sorgfältig getrocknetem und von gelösten Gasresten befreitem Öl unter ständigem Anschluß an Öldruckbehälter. Zwei Messingbänder über dem inneren Bleimantel verhindern dessen Aufblähung zufolge der betriebsmäßigen Erwärmung. Über diesen Bändern liegen ein zweiter Bleimantel und die üblichen Schutzschichten. Bei der Herstellung der Muffen, Trennmuffen und Endverschlüsse wurden dieselben Vorsichtsmaßregeln angewendet, um Feuchtigkeits- und Gaseinschlüsse zu vermeiden. Die Druckbehälter enthalten etwa 36 mit Luft von Atmosphärendruck gefüllte Metallzellen. Die Luft wird unter der Wirkung des Öldrucks zusammengepreßt, so daß sich das Ölvolumen nahezu nach dem Gesetz von Mariotte mit dem Druck ändert. Der Kabelherstellung gingen sorgfältige Versuche an Prüfstücken voraus: Prüfung mit Effektivspannung von 270 kV während 50 Std., darauf schnelle Spannungssteigerung von 270 kV bis zum Durchschlag bei 380 kV. Jede Fabrikationslänge wurde 30 min mit 180 kV gespannt und bei Spannungen zwischen 40 und 130 kV auf dielektrische Verluste gemessen, teilweise nach drei Aufheizungen bis 80° C. Zwischen Leiter und Blei liegen 87 kV entsprechend einer Höchstbeanspruchung von 8000 V/mm. Bei den 50stündigen Dauer-

[1]) Engl. Patent Nr. 305 803 des Mr. Taylor, Wallasey-Chester.

Digitized by Google

prüfungen an den Prüfstücken war die Höchstbeanspruchung das Dreifache des vorgenannten Betrages. Der Leistungsfaktor ergab sich zu 0,0025 bis 0,003, der Ladestrom je km zu 5,5 A, die kapazitive Scheinleistung je Kabel und km zu nur 1,5 kW. Die Armaturen wurden denselben Spannungsprüfungen unterworfen. Am höchsten Punkt der Anlage wurde eine vollständige Ölentgasungsanlage mit Vakuumpumpen für 0,01 Torr errichtet. Die drei Phasen eines Stranges sind zur Verminderung der Bleimantelverluste in regelmäßigen Abständen vertauscht, die Bleimäntel sind geerdet. Im Oktober 1936 wurde die Anlage in Betrieb genommen. [L. Fargeas, Rev. gén. Électr. 41 (1937) S. 273; 5½ S., 9 Abb.] *Eg.*

621. 311. 1. 019. 1. 004. 14 **Erster Bericht über die Stabilität von Kraftübertragungsanlagen.** — Unter der genannten Überschrift hat der Unterausschuß für Verbundbetrieb und Stabilität des American Institute of Electrical Engineers (AIEE) eine zusammenfassende Darstellung des Stabilitätsproblems in der Kraftübertragung mit sehr reichhaltigen und wertvollen Unterlagen veröffentlicht. Ausgehend von einer Besprechung der heute für die Klärung von Stabilitätsfragen zur Verfügung stehenden mathematischen und versuchstechnischen Verfahren wird zunächst eine Definition der statischen und dynamischen Stabilität gegeben und in allgemeiner Form auf alle die Fragen und Faktoren eingegangen, die bei Stabilitätsuntersuchungen zu berücksichtigen sind. Im weiteren Teil des Berichtes werden die wesentlichsten Einflußfaktoren im einzelnen einer genauen Betrachtung unterzogen: z. B. Induktivität der Übertragung, Erdung des Sternpunktes, Maschinendaten, Maschinenerregung, schnelle Auslösung und Wiedereinschaltung von Schaltern, und dabei die Maßnahmen besprochen, die eine Verbesserung der Stabilität herbeiführen können. Im Zusammenhang mit dem Einfluß, den die Induktivität des Übertragungskreises auf die Stabilität hat, wird ausführlich darauf eingegangen, welche Sammelschienen-Anordnungen in den Endstationen (ober- und unterspannungsseitig) und welche Unterteilung der Übertragungsleitungen durch Zwischenstationen, die die plötzliche Änderung der Übertragungsinduktivität bei Störungen beeinflussen, zweckmäßig zu wählen sind. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden an einigen Kurvendarstellungen, abhängig von der zu erwartenden Dauer bis zur Fehlerabschaltung erläutert. Ein größerer Abschnitt ist der Wahl der Maschinendaten von Turbo- und Wasserkraftgeneratoren gewidmet, wobei jeweils die Vorteile hinsichtlich Erhöhung der stabil zu übertragenden Leistungen, erreichbar durch eine abweichende Auslegung der Maschinen von der normalen Ausführung, den durch diese anormale Auslegung bedingten Mehrpreisen gegenübergestellt werden. Alle damit zusammenhängenden Fragen sind wiederum durch zahlreiche Kurvendarstellungen erläutert. Als weitere Maßnahmen zur Erhöhung der praktischen Stabilitätsgrenze werden die Schnellerregung der Maschinen und die neuerdings in den V. S. Amerika sehr stark in den Vordergrund getretene Schnellauslösung der Schalter und die in Netzen mittlerer Spannung viel angewandte selbsttätige Wiedereinschaltung behandelt. Schließlich wird dann noch auf alle die Maßnahmen hingewiesen, die indirekt eine Verbesserung der Stabilitätsverhältnisse bewirken, wie z. B. gute Isolation der Leitungen, Verhinderung von Überschlägen durch Überspannungsschutzgeräte usw. Den Schluß des Berichtes bildet eine sehr ausführliche Zusammenstellung der größten in den letzten 10 Jahren in den V. S. Amerika erstellten Kraftübertragungen mit allen für die Stabilität maßgebenden Faktoren. Diese Zusammenstellung bietet für den Entwurf neuer Anlagen wertvolle Hinweise. [Electr. Engng. 56 (1937) S. 261; 22 S., 12 Abb.] *v. M.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 32. 044. 5 **Synchronmaschine mit massivem Walzenläufer.** — Die Untersuchung bezieht sich auf die Berechnung des Einflusses der Wirbelströme im massiven Läufereisen von Turbomaschinen bei verschiedenen Ausgleichvorgängen. Die Läuferpermeabilität wird als konstant vorausgesetzt, eine Annahme, die wie immer zugunsten des mathematischen Ansatzes gemacht wird, deren Berechtigung aber hier gerade einigermaßen fraglich erscheint. Der entgegengesetzte Grenzfall, die rechteckförmige Magnetisierungskurve[1]), hat nach Meinung des Berichters beinahe den gleichen Anspruch und erlaubt übrigens ebenfalls eine strenge analytische Behandlung. Demgegenüber spielen die übrigen Vereinfachungen eine untergeordnete Rolle: so wird die magnetische Spannung im Ständer vernachlässigt, ferner das Vorhandensein der Nutung übergangen und die Leiter mit vernachlässigter Tiefe als fein verteilt über Ständer und Läufer angesehen. Die Nuten- und Stirnstreuung muß daher künstlich durch Einführung äußerer Blindwiderstände in den Ständerkreis wiedergegeben werden, eine Vernachlässigung derselben ist natürlich nicht zulässig.

Die Aufgabe verlangt die Aufstellung der Maxwellschen Feldgleichungen für den Luftspalt und das massive Induktoreisen und die Auswertung derselben unter verschiedenen Grenzbedingungen. Nach Durchführung der allgemeinen Entwicklungen wird als erstes praktisches Beispiel der dreiphasige plötzliche Kurzschluß eines Turbogenerators behandelt; die ausgewerteten und zeichnerisch dargestellten Stromverläufe betreffen das Schalten in den beiden Grenzlagen (mit und ohne Gleichstromglied in der gezeichneten Phase), ferner das gleiche unter anderen Werten für die Streuung und die Permeabilität. Zum Vergleich ist jeweils der Strom eingezeichnet, der bei einem geblätterten Läufer auftreten würde; der Unterschied ist eigentlich recht klein; die Grundwelle der Stoßströme ist praktisch unabhängig von den Läuferwirbelströmen und nur durch die angenommenen Werte der Ständer- und Läuferstreuung begrenzt. Der allgemeine Einfluß der Wirbelströme macht sich in einer Annäherung der Kurvenform der Kurzschlußströme an die Sinusform bemerkbar. Sättigung auf dem Hauptkraftlinienweg hat wenig Einfluß auf den Stoßstrom, dagegen kann die Bestimmung des Stoßstromes nicht gänzlich durch Angabe einer einzigen Größe, der Subtransientreaktanz, geleistet werden. Vielmehr muß zum Teil die Verkleinerung der Transientreaktanz durch die Sättigung beachtet werden und ebenso die Wirbelströme in den Streuwegen.

Weitere praktische Beispiele beziehen sich auf das Einschalten der Erregung und das Erlöschen des Flusses bei plötzlicher Wegnahme des Ständerstromes. Die Verfasser weisen darauf hin, daß die Beantwortung vieler weiterer Fragen durch die allgemeinen mathematischen Entwicklungen vorbereitet ist, von denen vielleicht die des Drehmomentverlaufes als Induktionsmotor (asynchroner Anlauf) in erster Linie geklärt zu werden verdient. Es sei hier schließlich noch daran erinnert, daß die Frage bereits vor einigen Jahren in dem deutschen Schrifttum in ähnlicher Weise in Angriff genommen worden ist[1]). [C. Concordia und H. Poritsky, Electr. Engng. 56 (1937) S. 49; 9½ S., 13 Abb.] *Bdk.*

621. 313. 1. 045:/. 013. 5 **Der Blindwiderstand der Spulenköpfe.** — Einleitend wird darauf hingewiesen, daß zur Zeit zwei Näherungsverfahren zur Ermittlung der Spulenkopfstreuung verwandt werden, zu denen man mit Hilfe des Durchflutungsgesetzes und mit Hilfe der Funktionentheorie gelangt[2]). Der Verfasser will mit Hilfe der konformen Abbildung zu einer genaueren Erfassung der Spulenkopfstreuung gelangen. Er bringt in der vorliegenden Arbeit, worauf er auch eingangs hinweist, nicht die fertigen Ergebnisse, die ohne weiteres in der Praxis anwendbar sind, sondern er will nur grundsätzlich die Wege zeigen, wie man zu diesen gelangen kann. Dies geschieht für die üblichen Wicklungsanordnungen bei der Induktionsmaschine, der Gleichstrommaschine und der Synchronmaschine. [J. F. H. Douglas, Electr.Engng. 56 (1937) S. 257; 2 S., 7 Abb.] *Ray.*

Apparate und Stromrichter.

621. 316. 57. 064. 25 **Weiterentwicklung der Ölschalter in England.** — In England wurden die metallgekapselten Schalter in bezug auf einfachen Aufbau, leichte Bedienbarkeit und einwandfreies Arbeiten weiter vervollkommnet. 1936 wurde in Fulham ein 66 kV, 1500 MVA metallgekapselter Löschkammerschalter mit Ölquerströmung neu eingebaut. Nach wie vor werden aber auch Ölschalter in offner Bauweise verwendet. Ein solcher Schalter mit Solenoidkontakten für 11 kV, 1000 MVA wurde kürzlich fertiggestellt. Dieser Schalter, für einen Betriebsstrom von 3000 A bemessen, hat einen Strom von 160 kA Scheitelwert zufriedenstellend geschaltet. Ein ähnlicher Schalter für 6,6 kV, 1000 MVA Abschaltleistung ist im Bau. Der Abschaltstrom beträgt hierbei 87,5 kA und der Scheitelwert des Einschaltstromes 224 kA. In England werden sowohl die Ölschalter für 33 kV Betriebsspannung und darüber als auch die 6,6- und 11 kV Hochleistungsschalter allgemein mit gesteuerter Lichtbogenlöschung ausgeführt, indem in den Löschkammern eine Ölströmung quer zum Lichtbogenpfad erzeugt wird. Mit dieser Bauweise lassen sich auch für verhältnismäßig hohe Spannungen sehr gedrungene Schalter bauen, aber

[1]) Vgl. G. u. F. Haberland, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 126.

[1]) Vgl. Arch. Elektrotechn. 24 (1930) S. 715.

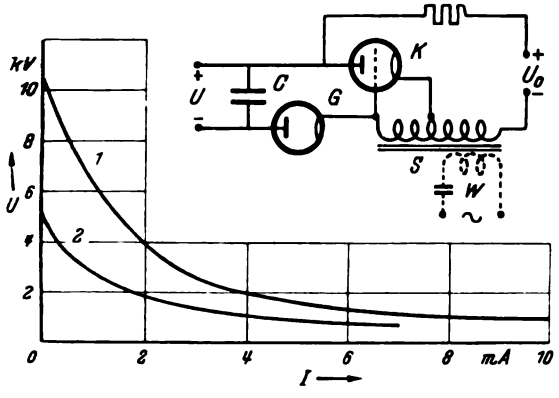
[2]) M. Kloss, Die Berechnung der Stirnstreuung in Drehstrommotoren, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 28 (1910) S. 53; Rothe—Ollendorff—Pohlhausen, Funktionentheorie und ihre Anwendung in der Technik, Berlin: Julius Springer 1931.

Digitized by Google

auch für Schalter niederer Spannung und kleiner Abschaltleistung gewinnt zur Erhöhung der Schaltsicherheit diese Bauart immer mehr an Bedeutung.

Der Feuersicherheit der Schaltanlagen wird seit Jahren wachsende Aufmerksamkeit geschenkt. Man unterteilt die Anlagen durch feuerfeste Wände, die auch im Schalthausgang durchgeführt werden, so daß kein auslaufendes, brennendes Öl über den Flur zum Nachbarschaltfeld gelangen kann. Das Eindringen des Öls in die Kabelschächte wird dadurch verhindert, daß die Kabel innerhalb des Flurs in einzementierten Asbestrohren liegen. Im Betrieb des Landesnetzes stehen die Fragen der schnellen Fehlerabschaltung zur Aufrechterhaltung der Stabilität im Vordergrund. Schnellabschalten erfordert nicht nur schnellwirkende Schutzrelais und Auslöseeinrichtungen, sondern auch schnelle Kontakttrennung und schnelle Löschung des Lichtbogens. Leider fehlt bisher eine einwandfreie Theorie der Lichtbogenlöschung in Schaltern. In England stehen 3 große Kurzschlußversuchsanlagen zur Verfügung, die sehr gut ausgerüstet sind; eine vierte ist im Bau. An neueren Geräten seien Rückzündungsspannungsanzeiger, 16er Schleifenoszillographen und dreiphasige Kathodenstrahloszillographen erwähnt, so daß ein rascher Fortschritt in der Klärung der noch offnen Fragen erwartet werden kann. [C. C. Garrard, Electrician 118 (1937) S. 124; 2 S., 7 Abb.] *dk.*

621. 313. 12. 024 Erzeugung von Hochspannung aus einer Gleichstromquelle. — Zur Erzeugung von Hochspannung aus einer Gleichstromquelle benutzen A. Piekara und J. Kryczkowski eine Schaltung nach Abb. 3. Die mit der Spannung $U_0 = 220$ V betriebene Dreielektrodenröhre K ruft in der einen Eisenkern enthaltenden Spule S elektrische Schwingungen hörbarer Frequenz hervor. Wegen der hohen Selbstinduktion und kleinen Kapazität erreicht die Spannungs-



1 Röhre *TC* 1/75, $U_a = 220$ V, $I_a = 100$ bis 130 mA
2 Rohre *TC* 03/5, $U_a = 220$ V, $I_a = 70$ mA

Abb. 3. Schaltbild und Kennlinien des Röhren-Gleichstromtransformators.

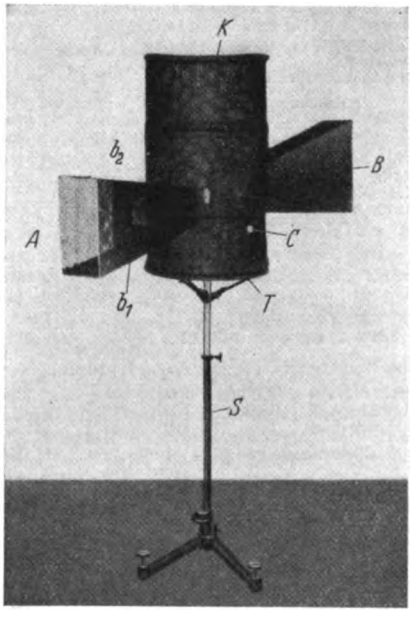
amplitude bedeutende Werte. Die Stromimpulse laden unmittelbar oder mit Hilfe eines Sekundärkreises W den Kondensator C durch die Gleichrichterröhre G auf eine Spannung U auf, die ohne Belastung etwa 10 000 V beträgt. Die Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der entnommenen Stromstärke gibt Abb. 3. [A. Piekara und J. Kryczkowski, Phys. Z. 38 (1937) S. 67; ¾ S., 1 Abb.] *Br.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

537. 228. 4 : 537. 725 Ein verbessertes Hochfrequenzstroboskop. — Wird ein hochfrequenter Vorgang durch eine mit der gleichen Frequenz betriebene Kerrzelle beobachtet, so erscheint in diesem Hochfrequenzstroboskop ein bestimmter Augenblick der Periode in Ruhe. Um den Aufhellungsmoment der Kerrzelle stetig über die ganze Periode verschieben zu können, schaltet J. Kern zwischen die Schwingspule des Generators und den Kerrzellenkreis einen Schwingungskreis mit ohmschem Widerstand. Durch Veränderung dieses Widerstandes und durch Umschalten ist die Phase über die ganze Periode verschiebbar. Die Größe der Phasenverschiebung wird aus der Lissajousfigur einer Braunschen Röhre mit zwei Plattenpaaren abgelesen. Das Stroboskop wird vom Verfasser benutzt, um die Nachleuchtdauer in Gasentladungen zu bestimmen. Das Entladungsrohr wird mit gleichgerichteter Hochfrequenz betrieben und die Helligkeit der Entladung sowohl in der Brenn- wie in der Sperrphase photometrisch gemessen. Man mißt aber nicht die Intensität in einem scharf begrenzten Phasenpunkt, sondern wegen des endlichen Aufhellungsbereiches der Kerrzelle ein Phasengebiet von 50° bis 60°. Dadurch werden starke Krümmungen der Kurven abgeflacht. Die Frage, durch welche mathematische Funktion sich die gemessenen Nachleuchtkurven darstellen lassen, kann nicht eindeutig beantwortet werden, doch ist die Abweichung von der e-Funktion nicht groß. [J. Kern, Ann. Phys., Lpz. 28 (1937) S. 169; 16 S., 12 Abb.] *ue.*

Beleuchtung.

535. 241. 32 Eine Verbesserung der Hefnerkerze. — Unter Berücksichtigung aller erforderlichen Sorgfalt gestattet die Hefnerkerze Messungen mit einer Genauigkeit von 1%. Nach E. Gehrcke, M. Goebert und C. Müller sind Schwan-



A, *B* Ansätze *K* Zylinder *T* Teller
C Trieb *S* Stativ b_1, b_2 Blenden

Abb. 4. Verbesserte Hefnerkerze.

kungen der Flammenhöhe die Hauptfehlerquelle, wie durch gleichzeitige photographische Aufnahme der Flammenspitze und des Photostromes nachgewiesen werden kann. Die Schwankungen der Flammenhöhe erwiesen sich als besonders groß, wenn die Lampe, wie vielfach üblich, in einem kleinen hölzernen Umbau gebrannt wurde. Ein sehr geringes Flackern erhält man dagegen bei Verwendung einer Lochblechhaube nach Abb. 4. Die Hefnerlampe steht auf einem verstellbaren und durch Libelle einstellbaren Stativ S. 20 cm unter ihrem Fuß befindet sich ein runder Teller T aus Eisendrahtnetz, der einen oben offenen Zylinder K aus gelochtem Eisenblech trägt. Der Zylinder hat zwei pyramidenförmige Ansätze A und B aus Eisendrahtnetz. A hat im Innern zwei rechteckige Blenden b_1 und b_2. B ist durch eine schwarze Tuchtapetenwand abgeschlossen. Ein Trieb C regelt die Flammenhöhe. Der zylindrische Teil K gibt der Flamme die Führung, so daß sie ruhiger brennt; B bewirkt das Fortfallen aller Strahlung des Hintergrundes und A verhindert die Bildung von Luftströmungen zwischen der Flamme und dem Strahlungsempfänger. Die Form der Flamme wird durch die Haube verändert; sie wird schlanker und steifer. Innerhalb der Meßgenauigkeit ist die Lichtstärke aber dieselbe wie ohne Haube. Registrieraufnahmen des Photostromes zeigen, daß die Schwankungen der mit Haube brennenden Lampe wesentlich geringer sind. [E. Gehrcke, M. Goebert und C. Müller, Phys. Z. 37 (1936) S. 881; 3½ S., 6 Abb.] *Wba.*

Elektrowärme.

621. 365. 2. 004 Betriebsdaten bei alten und neuen elektrischen Öfen. — Die in Bau und Betrieb von elektrischen Lichtbogenöfen erzielten Erfolge werden besonders durch einen Vergleich der Betriebsdaten für den Kraftaufwand, den Elektrodenabbrand und die Arbeitsstunden früher und jetzt gekennzeichnet. Im folgenden werden einige Zahlentafeln aufgeführt, die über diese Verhältnisse Aufschluß geben, wobei zu beachten ist, daß die Fortschritte als Funktion der Ofenleistung, die seit dem Beginn dieses Jahrhunderts beträchtlich

Digitized by Google

zugenommen hat, zu betrachten sind. Die unter „Aufwand für Handarbeit" angegebenen Stunden beziehen sich auf die eigentlichen Arbeitsstunden am Ofen selbst, die je nach den jeweiligen Fällen noch durch die Arbeitsstunden für die Lagerung, den Versand, das Brechen der Erzeugnisse usw. zu ergänzen sind:

Ferro-Silizium mit 45% Silizium		alte Öfen von 800 kW	neue Öfen von 4000 kW
Kraftverbrauch	kWh/t	7000	6000 bis 6200
Elektrodenabbrand	kg/t	40	20
Aufwand für Handarbeit	h/t	30 bis 35	10 bis 12
Spannung (einphasig)	V	42	48
„ (dreiphasig)	V	60	75

Ferro-Silizium mit 90% Silizium		alte Öfen von 800 kW	neue Öfen von 3000 kW
Kraftverbrauch	kWh/t	20 000	14 000 bis 16 000
Elektrodenabbrand	kg/t	140	80
Aufwand für Handarbeit	h/t	75	40
Spannung (einphasig)	V	38	40 bis 42
„ (dreiphasig)	V	50	52

Spiegeleisen mit 18 bis 20% Mangan		alte Öfen von 800 kW	neue Öfen von 4000 kW
Kraftverbrauch	kWh/t	2000	1400 bis 1500
Elektrodenabbrand	kg/t	25	12
Aufwand für Handarbeit	h/t	6 bis 8	4

Ferro-Mangan mit 76 bis 80% Mangan		alte Öfen von 800 kW	neue Öfen von 4000 kW
Kraftverbrauch	kWh/t	4000	3200 bis 3400
Elektrodenabbrand	kg/t	40	20 bis 25
Aufwand für Handarbeit	h/t	12	6

Siliko-Spiegeleisen mit 10% Silizium und 20% Mangan		alte Öfen von 800 kW	neue Öfen von 4000 kW
Kraftverbrauch	kWh/t	3100	2800
Elektrodenabbrand	kg/t	30	15
Aufwand für Handarbeit	h/t	10	4

Ferrochrom mit 65% Chrom und 2,8% Kohlenstoff		alte Öfen von 800 kW	neue Öfen von 4000 kW
Kraftverbrauch (im Durchschnitt)	kWh/t	11 000	10 000
Elektrodenabbrand	kg/t	100 bis 150	60 bis 80
Aufwand für Handarbeit	h/t	50	20
Spannung (einphasig)	V	40 bis 45	50 bis 60
„ (dreiphasig)	V	60	80

[J. Four électr. 46 (1937) S. 11; 2½ S.] *Kp.*

621. 365. 2. 036. 6 Ein Lichtbogenofen mit hohlen Elektroden. — Eine amerikanische Stahlgießerei erzeugt ihren korrosionsbeständigen, hochlegierten Stahlguß in einem Hohlelektroden-Lichtbogenofen von rd. 1820 mm Innendurchmesser. Dabei handelt es sich um einen indirekten Ofen mit waagerechten, leicht geneigten Elektroden von 254 mm Dmr. und 114 mm Bohrung. Der Ofen ist um die Elektrodenachse kippbar, so daß die Elektroden während des Abstichs in ihrer Lage nicht verstellt zu werden brauchen. Durch die hohlen Elektroden werden gewisse Zusätze für die Zubereitung des Stahllegierungsbades eingeführt. Die Elektroden selbst drehen sich mit einer sehr geringen Umdrehungsgeschwindigkeit, damit sich ein gleichmäßiger Abbrand an den Elektrodenenden ergibt; ferner ergeben sich dadurch insofern metallurgische Vorteile, als es auch möglich ist, die eingeführten Legierungselemente in Gestalt von Erzen aufzugeben. Dabei schmelzen diese Zusätze in den hohlen Elektroden und verbreiten eine Kohlenoxydatmosphäre in einer weit höheren Menge als bei den üblichen Öfen. Diese reduzierende Atmosphäre ist der Feinung des Stahlbades förderlich. Die durch die hohlen Elektroden eingeführten Zusätze sind brikettförmig und werden aus einem Gemisch von Erz und Koksstaub gepreßt; sie haben einen Durchmesser von 100 mm und eine Länge von 760 mm. Bei der Erzeugung von nichtrostendem Stahl bestehen diese Preßlinge aus Chrom-Erz und Kohlenstoff, bei der von niedriggekohltem Ferromangan aus Mangankarbid aus Mangan-Erz und Kohlenstoff. Das im ersten Falle dem Stahlbad zugeführte Feinungsmittel ist überhitztes Ferrochrom, das aus dem Chromerz-Kohlenstoff-Gemisch der durch die hohlen Elektroden eingeführten Preßlinge reduziert worden ist und das einen erheblichen Betrag von gelöstem Chromoxyd enthält. Durch den Lichtbogen wird dieses Ferrochrom ununterbrochen in das Stahlbad gespritzt. Die sich daraus ergebende Reaktion bewirkt eine Oxydation von Kohlenstoff, Silizium, Mangan und der sonstigen oxydierbaren Verunreinigungen. Lassen sich auch Stähle mit 0,03% Kohlenstoff herstellen, so pflegen die bei der genannten Stahlgießerei erzeugten Stähle 0,06 bis 0,1% Kohlenstoff zu enthalten. Abgesehen von der hohen chemischen Widerstandsfähigkeit dieser Stahlgußstücke ist noch ihre Porenfreiheit zu erwähnen. Der Kraftverbrauch beim Hohlelektroden-Lichtbogenofen beziffert sich auf rd. 550 kWh/t. Die Stähle enthalten 12 bis 25% Chrom und 0,5 bis 35% Nickel. [D. M. Scott u. A. W. F. Green, Foundry, Cleveland 65 (1937) S. 28 u. 88]. *Kp.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 11 : 656. 1 Ist die Straßenbahn tot? — „Nein, die Straßenbahn lebt und wird noch lange leben" — ist die Antwort, die M. Henriod gleich einleitend gibt. Der Verfasser gibt alle die Faktoren an, die gegen die Annahme sprechen, die Straßenbahn sei überholt und unfähig, den neuzeitlichen Verkehrsanforderungen technisch und wirtschaftlich zu entsprechen: sie sind bereits aus dem deutschen einschlägigen Schrifttum bekannt. Interessant sind seine Ausführungen im besonderen im Zusammenhang damit, daß vor wenigen Wochen erst der letzte Straßenbahnwagen aus Paris verschwunden ist. Es wird ausdrücklich hierzu festgestellt, daß die Verkehrsschwierigkeiten trotz Umstellung nicht kleiner geworden sind. Auch die Bequemlichkeit der Beförderung habe in nichts zugenommen. Eine Rechtfertigung in technischer Beziehung liege erst recht nicht vor. Die nähere technische Begründung der Antwort auf die eingangs gestellte Frage erfolgt durch Beschreibung der neuesten Triebwagen der Straßenbahnen Brooklyn (V.S. Amerika) und Brüssel. Bemerkenswert ist der Hinweis, daß die Wagenbauart, die Brooklyn bezogen hat, in den 200 ersten Ausfertigungen für drei große amerikanische Städte bestimmt ist. Unter dieser Voraussetzung könnte man allerdings dem Verfasser glauben, daß dieser Wagen trotz der völlig neuartigen Ausführung der elektrischen Steuereinrichtung — selbsttätiges, mit den Fahrwiderständen kombiniertes Segmentschaltwerk — bedeutend weniger koste als die in den letzten fünf Jahren gebauten Wagen, wobei die Entwicklungskosten im Verkaufspreis der 200 ersten Wagen enthalten seien. [M. M. Henriod, Electricité 21 (1937) S. 81; 3 S., 6 Abb.] *A. Hs.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 4 Ein Trägerfrequenzsystem auf Breitbandkabeln für 240 Gespräche. — Zwischen New York und Philadelphia ist ein 150 km langes Versuchskabel ausgelegt, das zwei Breitbandkerne und zwei 0,9 mm-Vierer enthält. Der 1,83 mm starke Zentralkupferleiter des Breitbandkernes wird durch dünne Isolierscheiben, die in Abständen von 20 mm auf den Zentralleiter geschoben sind, konzentrisch im zylindrischen Rückleiter von 6,93 mm lichter Weite gehalten. Der Rückleiter besteht aus neun sich überlappenden, 0,52 mm starken Kupferbändern, die mit einer großen Schlaglänge zu einem Rohr geformt sind. Mit zwei Eisenbändern, die um den Rückleiter liegen, werden die Kupferbänder zusammengehalten. Der Außendurchmesser des verlegten Kabels beträgt 25 mm.

Die kilometrische Dämpfung der Breitbandkerne ist:

$$\beta = 0{,}436 \sqrt{f \cdot 10^{-6}}.$$

Das Nebensprechen, gemessen an einem 16 km langen Kabel zwischen den Breitbandkernen ergab:

	Nebensprechen	Gegen-Nebensprechen
50 kHz	14,15 Neper	11,15 Neper
100 „	16,35 „	13,20 „
200 „	18,44 „	14,95 „

Auf der 150 km langen Strecke sind acht Leitungsverstärker mit einem Abstand von etwa 17 km eingeschaltet. Zwei Verstärker befinden sich in bereits vorhandenen Verstärkerämtern, während die übrigen sechs Verstärker in ungewarteten Räumen untergebracht sind. Von diesen sind vier in Schächten und zwei in oberirdischen Räumen aufgestellt. Der Verstärker selbst besteht aus drei Schirmgitterstufen mit negativer Rückkopplung über die beiden letzten Stufen. Jedem zweiten oder dritten Verstärker ist ein Temperaturausgleicher zugeordnet, der, von einem „Pilot-Kanal" gesteuert, die Verstärkung der Dämpfungsänderung des Breitbandkabels durch Temperaturschwankungen anpaßt. Die Netzspannung für die Stromversorgung liegt mit auf dem Breitbandkern und wird auf der Strecke an drei Stellen zugeführt.

Auf dem vollausgebauten System können im Bereich von 60 bis 1000 kHz 240 Gespräche geführt werden, in der Form, daß für jede Richtung ein Breitbandkern verwendet wird. Angewendet wird eine Zwei-Stufen-Modelung. Es werden 20 Zwölfergruppen (6 bis 50 kHz) über je einen Gruppenmodeler geführt. Für ein Gespräch wird ein Frequenzband von 300 bis 3500 Hz übertragen. Zunächst sind nur drei Gruppen ausgebaut. Durch Schleifen in den Endämtern konnte ein Gespräch über 6000 km durchgeführt werden. In dieser Verbindung lagen für jede Richtung 70 Modelungsstufen. Jeder Verstärker wurde 20mal durchlaufen, so daß ein Gespräch 400mal verstärkt wurde.

Digitized by Google

Mit diesen Ergebnissen sind jedoch die Versuche an diesem System noch nicht abgeschlossen. [Electr. Engng. 56 (1937) S. 4; 4 S., 9 Abb.] *Ktz.*

621. 397. 52 **Das Zeilensprung-Verfahren im Fernsehen.** — Das Flimmern des Fernsehbildes ist bedingt durch die Tatsache, daß in jedem Zeitpunkt nur eine verhältnismäßig kleine Anzahl von Bildpunkten wirklich vorhanden ist, und daß das Auge dem Wandern dieser Hellzone über die Bildfläche zu folgen bestrebt ist, was ihm in Richtung des langsamen Vorschubs (meist des senkrechten) bei der bisher üblichen Bildwechselzahl von 25/s gelingt. Steigerung der Geschwindigkeit des Vertikal-Aufbaues zum Zwecke der Flimmerfreiheit bedingt bei gleicher Zeilenzahl und Bildpunktform eine höhere Signalfrequenz oder bei gleicher Signalfrequenz und Bildpunktform eine Verminderung der Zeilenzahl. Eine höhere Zeilenzahl und damit ein Gewinn an Auflösung läßt sich dann immer noch dadurch erreichen, daß das vollständige Bild aus mehreren (praktisch zwei) Zeilenrastern nacheinander aufgebaut wird, derart, daß mit dem einen Raster die Zeilen 1, 3, 5, 7 usw. und mit dem folgenden Raster die Zeilen 2, 4, 6, 8 usw. übertragen werden. Das genaue Ineinanderfügen der beiden Raster geschieht entweder nur durch passenden zeitlichen Einsatz der Raster- und Zeilen-Rückläufe oder dadurch, daß das zweite Raster durch eine Zusatzspannung um einen halben Zeilenabstand gegen das erste Raster verschoben wird (Verfahren mit Hilfshub). Dem Vorteil der höheren Auflösung stehen folgende Nachteile dieses Zeilensprung-Verfahrens gegenüber: 1. das Flimmern, das sich bisher auf den Aufbau des ganzen Bildes erstreckte, tritt nunmehr infolge des Wechsels der geraden und ungeraden Zeilen als „Zeilenflimmern" auf, und gibt dadurch dem Bild in Betrachtungsabständen, die noch die einzelnen Zeilen erkennen lassen, eine Unruhe. 2. Auf dem Wechsel der geraden und ungeraden Zeilen beruht auch das „Zeilenwandern", eine stroboskopische Erscheinung. Besonders bei Verleitung des Auges durch entsprechende Bewegung des Bildinhaltes vermeint man ein Bild mit der halben Zeilenzahl zu sehen, dessen Zeilen langsam nach oben oder unten wandern. 3. In waagerechter Richtung hinreichend schnell bewegte Gegenstände erschienen im Zeilensprung-Bild in zwei seitlich etwas gegeneinander verschobenen Abbildungen, d. h. unscharf. 4. Die Genauigkeit, mit der die beiden Raster eines Zeilensprung-Bildes ineinander stehen müssen, erfordert auf der Empfängerseite einen geringen, auf der Senderseite einen größeren Mehraufwand. Die zahlreichen aus der allgemeinen Aufstellung ableitbaren Abtastarten haben verschiedene Vorzüge und Nachteile hinsichtlich a) der Zeilenphase beim Rasterwechsel, b) der Amplitude der beiden Raster-Rückläufe, c) einer für beide Raster gleichen oberen und unteren Höhenbegrenzung (Spannungs-Anschlag), d) des zeitlichen Abstandes des jeweils letzten Zeilen-Impulses vom Beginn der Raster-Impulse, d. h. der „Vorgeschichte" der beiden zu einem vollständigen Bild gehörenden Raster-Impulse. Kein Abtastverfahren vereinigt in sich alle Vorzüge. Die Entscheidung darüber, welche Art des Zeilensprung-Verfahrens vom technischen und vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gesehen am günstigsten ist, hängt davon ab, über welche Schaltungsmittel die Synchronisier- und Ablenktechnik verfügt. [R. Urtel, Telefunkenztg. 17 (1936) H. 74, S. 36; 7 S., 15 Abb.] *Ogn.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 217 : 537. 523. 3 **Untersuchungen am Koronamotor.** — Bei dem von Güntherschulze und Hesse entdeckten Koronarotationseffekt[1]) ergibt sich kein einfacher Zusammenhang zwischen der Umfangsgeschwindigkeit und der Feldstärke. Man beobachtet ein unstetiges Anwachsen der Umfangsgeschwindigkeit mit der Feldstärke, eine Art Treppenkurve. In der Annahme, daß diese Unstetigkeiten mit der Ausbildung von Eigenschwingungen des umlaufenden Drahtes zusammenhängen, ersetzt H. Teichmann den Draht durch ein starres Gebilde. Die zu untersuchenden Drähte werden mit Stahlfederdrähten an einem leicht drehbaren Rohr befestigt, so daß sie immer straff gespannt sind. Dieser „Koronamotor" zeigt die gleichen Dreherscheinungen wie der einfache Draht, aber der Verlauf der Umfangsgeschwindigkeit als Funktion der Hochspannung ist jetzt stetig. Damit ist also gezeigt, daß die Unstetigkeiten nicht auf die elektrischen Eigenschaften des Effekts zurückzuführen sind. [H. Teichmann, Z. Phys. 103 (1936) S. 738; 9 S., 9 Abb.] *Br.*

538. 69 : 532. 5 **Induktionspumpe für flüssiges Quecksilber.** — Um Quecksilber wochenlang dauernd kreisen zu lassen, ohne daß eine Verunreinigung eintritt, haben E. S. Gilfillan und S. M. MacNeille eine Induktionspumpe gebaut. Das Quecksilber befindet sich in dem schmalen Ring zwischen zwei konzentrischen Glas- oder Stahlzylindern. Dieser Zylinder ist von 24 Spulen mit Eisenkern und Polschuhen umgeben, die abwechselnd von den einzelnen Phasen eines Dreiphasenstroms von 60 Hz durchflossen werden. Dadurch wandert eine Welle magnetischer Feldstärke längs der Zylinderachse, die im Quecksilber Induktionsströme erzeugt. Die Wechselwirkung zwischen diesen Induktionsströmen und dem erzeugenden Feld ruft eine das Quecksilber in Richtung der Zylinderachse bewegende Kraft hervor. Es gelingt auf diese Weise, Strömungsgeschwindigkeiten von 50 cm/s und Hubhöhen von 1 m zu erreichen. Der Wirkungsgrad der Anlage ist allerdings sehr gering. Er beträgt 0,25% und kann vielleicht auf 1% gesteigert werden. Dafür arbeitet die Pumpe zuverlässig, ohne Wartung und ohne Verunreinigung. [E. S. Gilfillan u. S. M. MacNeille, Rev. sci. Instrum. 8 (1937) S. 28; 7 S., 8 Abb.] *ue.*

551. 594. 9 **Die Korpuskularnatur der Höhenstrahlung.** — Nach den heutigen Ergebnissen scheint es gesichert, daß der Hauptteil der in Seehöhe einfallenden primären Höhenstrahlung aus elektrisch geladenen Teilchen besteht, die ihrerseits in mannigfachen Sekundärprozessen erst das von uns beobachtete Strahlengemisch erzeugen. Es ist ja auch selbstverständlich, daß eine gewaltige Umordnung der Atome eintritt, wenn sie von Teilchen, deren Energie bis zu einigen 10^{12} eV beträgt, getroffen werden, daß sich dann die entstehenden Bestandteile unter Aussendung von α- und β-Strahlen, Protonen, Photonen usw. neuordnen und uns so den kompliziert zusammengesetzten Schwarm von Höhenstrahlenteilchen vorsetzen, den zu analysieren die Hauptaufgabe der heutigen Höhenstrahlungsforschung ist.

Bei der Messung der Größe des Breiteneffektes, der von Kolhörster[1]) im Jahre 1929 im Falle der Korpuskularnatur der Höhenstrahlung[2]) gefordert wurde, fand Clay mit nicht abgeschirmten Ionisationskammern am erdmagnetischen Äquator nur 83% der Intensität, die in Breiten über 50° gemessen wurde. Es werden also wenigstens 17% der Strahlung vom erdmagnetischen Felde abgelenkt, d. h. dieser Anteil besteht aus elektrisch geladenen Teilchen. Wegen der von Rossi[3]) zuerst beobachteten Ost-West-Asymmetrie sind mindestens weitere 10% der Strahlung elektrische Ladungsträger. Daß aber auch die restlichen 73% der Strahlung wenigstens zum weitaus überwiegenden Teile elektrisch nicht neutral sind, wird durch die Analyse des Energiespektrums der Höhenstrahlung nach dem Verfahren von Zanstra[4]) erhärtet; denn der Verlauf des Breiteneffektes legt es nahe, für die in Seehöhe einfallende Strahlung zwei Komponenten anzunehmen, und zwar Positronen und Elektronen, deren untere Energiegrenze durch das erdmagnetische Feld zu etwa $8 \cdot 10^9$ eV gesetzt ist, und Protonen mit einer Energie von etwa $2{,}5 \cdot 10^9$ eV (Compton). Für Teilchen mit einer Energie von über $0{,}9 \cdot 10^{10}$ eV spielt die Absorption durch die Erdatmosphäre keine wesentliche Rolle mehr, so daß die Abnahme der Intensität der Höhenstrahlung zum Äquator hin lediglich durch das erdmagnetische Feld bedingt ist. Die stetige Abnahme läßt darauf schließen, daß bei genügend großer Feldstärke unseres Erdmagneten überhaupt keine Strahlung auf den erdmagnetischen Äquator treffen würde. Jedenfalls zeigt diese Überlegung deutlich, daß, wenn überhaupt, so nur ganz wenige Prozent der Strahlung elektrisch neutral sein können. Auch der neuerdings von Janossy[5]) diskutierte mögliche Einfluß des Magnetfeldes der Sonne würde auf Grund der Messungen des Breiteneffektes, der dann allerdings eine etwas andere Deutung erfahren würde, notwendig zu dem Schlusse führen, daß die primäre Höhenstrahlung korpuskularer Natur sei.

Durch die Bewegung der Erde mit dem Sonnensystem in Richtung auf den Apex der Milchstraße mit 1/1000 Lichtgeschwindigkeit tritt ein Dopplereffekt auf, der im Falle einer quantenhaften Primärstrahlung eine tägliche Periode der Höhenstrahlung mit einer Amplitude von etwa 0,25% hervorrufen müßte. Elektrisch geladene Teilchen dagegen würden wegen der Verschmierung des Effektes durch die Ablenkung im erdmagnetischen Felde wesentlich kleinere Amplituden der Intensität zur Folge haben, wie es die Messung auch tatsächlich zeigt (siehe Zahlentafel 1). Dieser Effekt würde zwar allein wegen seiner verhältnismäßig großen Fehlergrenzen nicht beweiskräftig genug sein. Eindeutig aber zeigen die Beobachtungen an der zählrohrgesteuerten Wilsonschen Nebelkammer[6]), daß die primäre Höhenstrahlung korpuskularer

[1]) Vgl. ETZ 57 (1936) S. 126.

[1]) W. Bothe u. W. Kolhörster, Z. Phys. 56 (1929) S. 751; W. Kolhörster, Phys. Z. 34 (1933) S. 809.
[2]) ETZ 58 (1937) H. 2, S. 49.
[3]) B. Rossi, Z. Phys. 82 (1933) S. 151.
[4]) H. Zanstra, Naturwiss. 22 (1934) S. 171.
[5]) L. Janossy, Z. Phys. 104 (1937) S. 430.
[6]) ETZ 58 (1937) H. 2, S. 49, Abb. 10.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Prozentige Angaben.

	Theorie Photonen	Theorie Korpuskeln	Messung
Breite 47° N Amplitude der tägl. Schwankung	0,25	0,02...0,10	0,03†)
Phase	$20^h\ 40^m$	$20^h\ 40^m$	$20^h\ 50^m$
Breite 34° S Amplitude der tägl. Schwankung	0,28	0,03...0,12	0,04*)
Phase	$20^h\ 40^m$	$20^h\ 40^m$	$21^h\ 45^m$

†) Dreijahresmittel, Illing.
*) Dreijahresmittel, Schonland, Delatizky und Gaskell.

Natur ist. Etwa 90% der Aufnahmen der Kammer, die bei gleichzeitigem Ansprechen der drei Zählrohre selbsttätig gemacht wurden, zeigen nur geradlinige Bahnspuren. Dies ist ein klarer Beweis dafür, daß die Dreifachkoinzidenzen durch energiereiche Korpuskeln hervorgerufen sind. Daß derartige Strahlen aber nicht erst in unserer Erdatmosphäre durch Sekundärprozesse erzeugt sein können, zeigten Rossi und Hsiung[1]) durch Messungen mit Bleiabsorbern, deren Maße der Erdatmosphäre äquivalent ist. Auch die Annahme, daß diese durchdringende Korpuskularstrahlung von Sekundärprozessen herrührt, die in den höchsten atmosphärischen Schichten durch energiereiche Photonen ausgelöst werden, trifft nicht zu; denn erstens weisen die koinzidierenden Strahlen ebenso wie die Ionisation den Breiteneffekt auf, und zweitens müßte dann neben den energiereichen Korpuskeln noch eine gewisse Anzahl der primären Photonen in Seehöhe beobachtet werden, die auch dort noch durchdringende Sekundären auslösen würden. Das aber widerspricht den obenerwähnten Messungen von Rossi und Hsiung, die mit einem Beobachtungsfehler von etwa 3% angeben, daß die in Seehöhe beobachtete durchdringende Korpuskularstrahlung die Primärstrahlung ist. Diese Betrachtungen zeigen eindeutig die Richtigkeit des fundamentalen Ergebnisses von Bothe und Kolhörster, die bereits 1929 durch ihre Untersuchungen mit koinzidierenden Zählrohren auf die Korpuskularnatur der Höhenstrahlen geführt wurden. [A. H. Compton, Phys. Rev. 50 (1936) S. 1119; 11½ S., 11 Abb.] *J. Js.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 315. 53. 011. 2 **Über die elektrische Leitfähigkeit von Aluminium für Freileitungen.** — Über Messungen der elektrischen Leitfähigkeit von Aluminium für Freileitungen, die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durchgeführt sind, ist von A. Schulze in der Physikalischen Zeitschrift berichtet worden. Um nämlich Aluminium für Freileitungen zu verwenden, ist es wesentlich, in ihm einen Werkstoff zu besitzen, der einen möglichst vollwertigen Ersatz für Kupferleitungen bietet. Aus diesem Grunde muß ein solches Aluminium bei einer bestimmten mechanischen Festigkeit eine möglichst hohe elektrische Leitfähigkeit besitzen. Der deutschen erzeugenden und verarbeitenden Aluminiumindustrie ist es im Laufe der letzten Jahre gelungen, ein derartiges gutes Leitaluminium zu schaffen. Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) hat nun für die Verwendung des Aluminiums für Freileitungen gewisse Richtlinien und Normen in Aussicht genommen, die der Werkstoff erfüllen soll. Hiernach soll ein derartiges hartgezogenes Aluminium eine mechanische Zerreißfestigkeit besitzen, die mindestens 15 kg/mm² beträgt; dabei soll der spezifische elektrische Widerstand nicht höher als 0,028 28 Ω mm²/m bei 20° C sein.

Um ein Urteil zu erhalten, wie sich das deutsche Aluminium gegenüber diesen Anforderungen verhält, wurden von 7 Firmen der Aluminium verarbeitenden Industrie Aluminiumproben in Drahtform angefordert und auf ihren spezifischen elektrischen Widerstand mit Temperaturkoeffizienten und auf ihre mechanische Zerreißfestigkeit untersucht. Es waren im ganzen 71 Proben, die Drahtstärken betrugen in der Mehrzahl 2 bis 3 mm. Die Versuchsergebnisse sind in den Abb. 5a und b zusammengestellt; hier ist die relative Häufigkeit der Werte des spezifischen Widerstandes bei 20° C und der Zerreißfestigkeit in Prozenten dargestellt. Man ersieht daraus, daß ein Maximalwert der Häufigkeit bei 0,028 25 Ω mm²/m liegt und ein weiterer ebenfalls verhältnismäßig stark ausgeprägter Spitzenwert bei 0,027 95 Ω mm²/m. Bei der Zerreißfestigkeit ist ein ausgesprochener Spitzenwert bei 19,5 kg/mm² gefunden worden. Als Mittelwert ergibt sich hiernach für den spezifischen elektrischen Widerstand bei 20°:

$$\sigma = 0{,}028\ 10\ \Omega\ \mathrm{mm^2/m}$$

[1]) D. S. Hsiung, Phys. Rev. 46 (1934) S. 653.

und für die mechanische Zerreißfestigkeit:

$$K = 19{,}0\ \mathrm{kg/mm^2}.$$

Man sieht daraus, daß die hier gefundenen Mittelwerte noch weit von den von der IEC vorgeschlagenen Grenzen entfernt sind. Der Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes liegt bei allen Proben in der Umgebung der Raumtemperatur innerhalb 3,9 und 4,1 ‰.

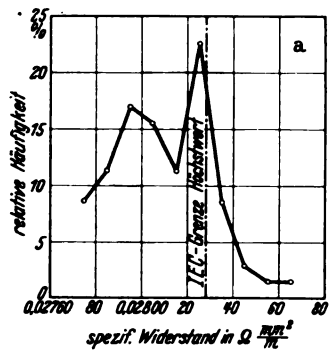


Abb. 5a. Relative Häufigkeit (in %) des spezifischen elektrischen Widerstandes der Aluminiumproben.

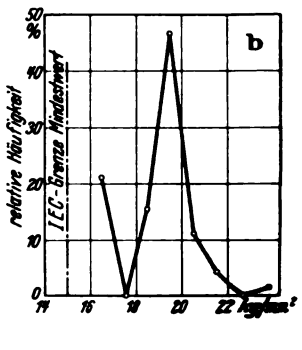


Abb. 5b. Relative Häufigkeit (in %) der mechanischen Zerreißfestigkeit der Aluminiumproben.

In Verbindung mit diesen Untersuchungen wurden Dichtebestimmungen an 6 Aluminiumdrahtproben vorgenommen, die durch Wägungen in Luft und Wasser erfolgt sind. Nach Berücksichtigung aller hierfür erforderlichen Korrektionen ergab sich für die Dichte des Aluminiums bei Raumtemperatur als Mittelwert:

$$d = 2{,}705\ \mathrm{g/cm^3}.$$

Die größte Abweichung vom Mittelwert betrug 1,1 ‰. [A. Schulze, Phys. Z. 38 (1937) S. 445; 4 S., 13 Abb.] *eb.*

AUS LETZTER ZEIT.

Coppernicus — ein deutscher Forscher. — Die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und die Deutsche Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik gaben soeben eine von Prof. Dr. Kühn und Prof. Dr. Lockemann unterzeichnete gemeinsame Erklärung heraus: „Auf der kürzlich eröffneten Weltausstellung in Paris wird Coppernicus von den Polen als ein Hauptvertreter polnischer Geistesheroen gefeiert. Dieser Versuch einer polnischen Geschichtsfälschung ist durchaus nicht neu und bereits im Jahre 1860 durch L. Prowe in einer lateinischen Schrift „De Copernici patria" sowie durch mehrere spätere, auf archivalischen Studien beruhende Veröffentlichungen als solche gekennzeichnet und zurückgewiesen worden. Für die Besucher der Pariser Ausstellung sind im deutschen Hause die urkundlichen Beweise für die deutsche Abstammung des Schöpfers der modernen Astronomie allgemein zugänglich gemacht.

Darüber hinaus aber stellen wir ausdrücklich fest, daß Nikolaus Coppernick, wie sein Name eigentlich lautet, nicht nur rein deutscher Abstammung ist, sondern daß er einen der hervorragendsten Plätze in der geschichtlichen Entwicklungsreihe der deutschen Naturforschung einnimmt, die zur Gestaltung des neuen Weltbildes führte. Ein in diesem Sinne geschriebener Aufsatz über Coppernick als deutscher Forscher erscheint demnächst von Prof. Zinner, Bamberg, in dem „Handwörterbuch des Grenz- und Auslanddeutschtums". — Den von polnischer Seite erneut gemachten Versuch, Coppernick dem deutschen Kulturleben streitig zu machen und ihn in das Polentum einzuordnen, weisen wir aufs entschiedenste zurück."

60 Jahre Reichspatentamt. — Am 1. 7. 1877 ist das Reichspatentamt gegründet worden; seine nunmehr 60jährige Tätigkeit hat sich zum Segen unserer Technik und der deutschen Erfinder ausgewirkt, und das wird dank dem neuen Patentgesetz vom 5. 5. 1936[1]) weiterhin noch stärker gelten. Das Wachstum der Technik und heute besonders die gesteigerte Erfindertätigkeit im Zeichen des Vierjahresplanes spiegeln sich im Zunehmen der Patentanmeldungen und -erteilungen; der Zuwachs an Patentschriften beträgt augenblicklich 20 000 deutsche und 131 000 ausländische im Jahr. Die Elektrotechnik ist mit knapp 1/5 an diesen Zahlen beteiligt.

[1]) K. Kahle, ETZ 57 (1936) S. 715.

Digitized by Google

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Schmelzsicherungen, Installations-Selbstschalter und Motorschutzschalter als Leitungs- und Geräteschutz.

Von W. Schrank VDE, Berlin.

621. 316. 573+. 923

Übersicht. Die allgemeinen Anforderungen, die an Überstromschutzorgane gestellt werden müssen, um elektrische Leitungen und Geräte einerseits gegen übermäßige Stromerwärmungen zu schützen und anderseits möglichst wirtschaftlich auszunutzen, werden behandelt*). Insbesondere wird auf eine anzustrebende Kennlinienform, bedingt durch Lastdauerstrom und Einschaltvorgänge, sowie auf die Kurzschlußfestigkeit der Sicherungsorgane hingewiesen. Das Zusammenarbeiten der verschiedenen Sicherungsmittel wird beschrieben. Abschließend wird kurz auf die Abschaltgeschwindigkeit bezüglich des Berührungsspannungsschutzes eingegangen.

Einleitung.

Elektrische Leitungen und Geräte gegen übermäßige Stromerwärmungen zu schützen, ist eine der wichtigsten Aufgaben des Installationstechnikers und des Betriebsmannes. Sind die angewandten Schutzmaßnahmen unzweckmäßig, so können einerseits bedeutende Sachwerte zerstört, anderseits Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit elektrischer Anlagen in Frage gestellt werden. Die in der Installationstechnik gebräuchlichen Überstromschutzorgane, die eine übermäßige Erwärmung der Leitungen und Geräte verhindern können, sind

1. Schmelzsicherungen,
2. Installations-Selbstschalter (I.S.-Schalter),
3. Motorschutzschalter.

Während Schmelzsicherungen und I.S.-Schalter in erster Linie für den Leitungsschutz und erst in zweiter Linie für den Geräteschutz bestimmt bzw. geeignet sind, ist der Motorschutzschalter für den Schutz von Motoren gedacht. Wie weit er geeignet ist, den Leitungsschutz neben seiner ihm zugedachten Bestimmung mitzuübernehmen, wird in Abschnitt 2 gezeigt werden.

1. Der Leitungsschutz.

a) Die Erwärmung der Leitungen. In den Errichtungsvorschriften für Starkstromanlagen unter 1000 V VDE 0100 § 14 wird für den Schutz elektrischer Leitungen bestimmt, daß Schmelzsicherungen und I.S.-Schalter so zu bemessen bzw. einzustellen sind, daß die von ihnen geschützten Leitungen keine gefährliche Erwärmung annehmen können. Eine Erklärung, was unter einer „gefährlichen Erwärmung" verstanden wird, befindet sich in den VDE-Vorschriften nicht. Sinngemäß kann man jedoch die Erwärmung als gefährlich ansehen, bei der sich das Gefüge des Isolierstoffes der Leitung ungünstig zu verändern beginnt. Auf Grund vorgenommener Messungen wurde eine Temperatur[1]) von mehr als 55 ° C als gefährlich für die Isolation der Leitungen festgestellt. Bei Temperaturen von 70 ° C treten bereits Änderungen in der mechanischen Festigkeit ein. Für die Installationspraxis haben diese Feststellungen zunächst noch untergeordnete Bedeutung, da man die Leitungsquerschnitte bezüglich ihrer Erwärmung im Dauerstromzustand nach § 20 der Errichtungsvorschriften bemißt. In diesem Fall können die Leitungen keine gefährlichen Erwärmungen annehmen, wenn sie gegen unzulässige Überlastungen durch die ebenfalls in § 20 genannten, den Leitungsquerschnitten zugeordneten Sicherungen geschützt werden.

Die Sicherungen müssen also einerseits eine unzulässige Überlastung der Leitungen verhindern, anderseits aber die Strombelastung vertragen, die die Leitung aushält, ohne eine gefährliche Erwärmung anzunehmen. Im Interesse einer wirtschaftlichen Ausnutzung der Leitungen und damit einer weitgehenden Werkstoffersparnis ist der zweiten Bedingung die gleiche Bedeutung beizumessen wie der zuerst genannten. Wie weit diesen Forderungen bei Verwendung der genannten Sicherungsorgane Rechnung getragen werden kann, soll nachstehend gezeigt werden.

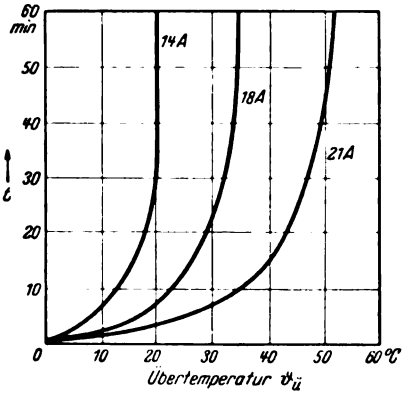


Abb. 1. ϑ-t-Kurven einer 1,5 mm² Cu-Leitung.

Es ist üblich, die Ergebnisse von Erwärmungsmessungen in ϑ-t-Kurven darzustellen. Die Übertemperatur (Erwärmung) ϑ wird bei einem bestimmten Strom I in gewissen Zeitabständen bis zum Eintritt der Beharrungstemperatur bestimmt, wie Abb. 1 zeigt.

Bei Ausführung mehrerer derartiger Versuchsreihen an einer Leitung lassen sich für einen Übertemperaturwert $\vartheta_{ü}$ die zugehörigen Strom- und Zeitwerte zusammenstellen, die in graphischer Darstellung eine I-t-Kurve ergeben, wie Abb. 2 zeigt.

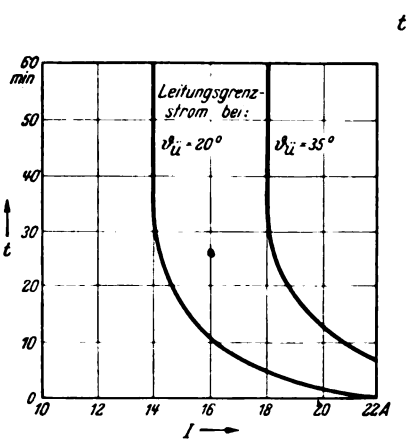


Abb. 2. I-t-Kurven einer 1,5 mm² Cu-Leitung.

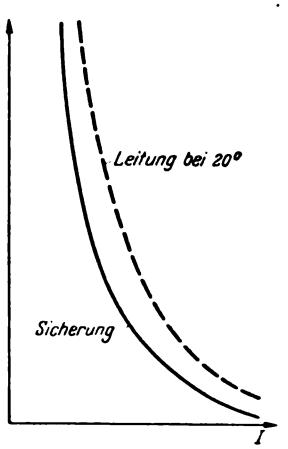


Abb. 3. Leitungs- und Sicherungs-I-t-Kurven.

Die I-t-Kurve gestattet, für eine beliebige Zeit t den Strom I abzulesen, der gerade der Leitung zuzuleiten ist, wenn in dieser Zeit die bestimmte Übertemperatur $\vartheta_{ü}$ erreicht, aber nicht überschritten werden soll.

*) Auszug aus einem Vortrag, gehalten am 9. 3. 1937 vor den VDE-Jungingenieuren des Bezirks Berlin-Brandenburg.

[1]) Temperatur = Raumtemperatur + Übertemperatur.

Digitized by Google

Die I-t-Kurven streben für $t \to \infty$ einem ganz bestimmten Grenzwert zu; dieser asymptotische Wert ist ganz allgemein als Leitungsgrenzstom oder Lastdauerstrom zu bezeichnen. Allerdings bedarf der Begriff dieses Stromes noch einer besonderen Bestimmung, wie Angaben über die Temperaturhöhe und die Verlegungsart.

b) VDE-mäßige Anforderungen an Sicherungsorgane. Diese so erklärten Temperaturverhältnisse an Leitungen lassen sich sinngemäß auf die Schmelztemperaturen an Sicherungen übertragen und bilden sich als Schmelz-I-t-Kurven mit dem Begriff des Sicherungsgrenzstromes heraus. Im Idealfall müßte also theoretisch eine Sicherungs-I-t-Kurve ein thermisches Abbild einer Leitungs-I-t-Kurve sein, d. h. beide Kurven müßten sich decken. Praktisch wird die Sicherungs-I-t-Kurve aber so verlaufen müssen, daß sie mit Rücksicht auf einen zulässigen Streubereich (unmittelbar) unterhalb der Leitungs-I-t-Kurve liegt, wenn die Sicherung die Leitung gegen Überschreitung der zugelassenen Übertemperatur schützen soll, wie Abb. 3 zeigt.

Wahrscheinlich mit Rücksicht auf die konstruktiven Schwierigkeiten in der Sicherungstechnik hat der VDE schon seit Jahren in den K.P.I.-Bestimmungen die Empfindlichkeit der Sicherungsorgane nur durch die Festsetzung des Nennstromes, eines Höchst- und Mindestprüfstromes gekennzeichnet. Während der Sicherungsnennstrom dem höchstzulässigen Leitungsdauerstrom zugeordnet ist, müssen die Sicherungen bis 60 A den Mindestprüfstrom eine Stunde aushalten und bei dem Höchstprüfstrom in der gleichen Zeit abschmelzen. Die Beziehungen zwischen dem Nennhöchst- und Mindestprüfstrom zeigt Abb. 4.

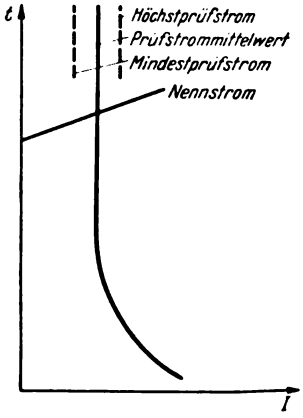


Abb. 4. Beziehungen zwischen den Nenn- und Prüfströmen.

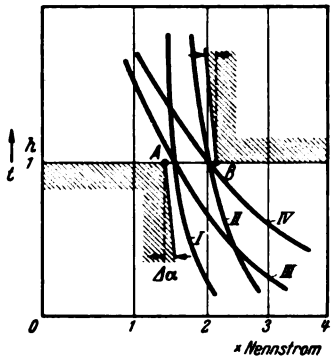


Abb. 5. Verlauf von I-t-Kennlinien nach K.P.I.-Vorschrift.

Der Verlauf der Sicherungs-I-t-Kennlinien in den Zeiten $\leq$ 1 h ist in den VDE-Vorschriften bis jetzt nicht vorgeschrieben. Nach der in Abb. 5 gekennzeichneten Darstellung genügen alle Sicherungen den K.P.I.-Bestimmungen, deren Kennlinien in der I-t-Ebene die Zeitlinie 1 h zwischen A und B schneiden.

Der übrige Verlauf der Kennlinien wird nicht vorgeschrieben, wie die Kennlinien I, II, III und IV zeigen.

c) Anforderungen an Sicherungsorgane in bezug auf Lastdauerstrom und Einschaltvorgänge. Es ist einleuchtend, daß durch die Festsetzung der Prüfströme eine Kennzeichnung der Sicherungsorgane in nur geringem Maße möglich ist. Das trifft sowohl auf den Verlauf der Kennlinien in langen Zeiten, in denen eine Leitung mit dem Grenzstrom belastet wird, wie auch auf den Kennlinienverlauf in kurzen Zeiten, in denen die Leitung durch Einschaltvorgänge belastet wird, zu. Soll also eine Sicherung durch Zahlenwerte gekennzeichnet werden, so ist ihr Grenzstrom nicht bedeutungslos. Da eine physikalische Beziehung zwischen dem Nenn- und Grenzstrom einer Sicherung nicht zu bestehen scheint, ist seine Bestimmung auch schwierig. Sinngemäß versteht man aber unter dem Sicherungsgrenzstrom den asymptotischen Wert der Schmelz-I-t-Kurve, d. h. den Strom, bei dem eine Sicherung in unendlich langer Zeit abschmilzt. Aus Abb. 5 geht hervor, daß eine Kennlinie, die die Enge des Streubereichs zwischen A und B schneidet, ihren Grenzstrom sowohl nahe am Höchstprüfstrom, als auch weit unterhalb des Mindestprüfstromes haben kann. Um eine wirtschaftliche Ausnutzung der Leitungen im Dauerstromzustand zu erreichen, muß gefordert werden, daß sich der Sicherungsgrenzstrom dem Leitungsgrenzstrom anpaßt, d. h. beide müßten zahlenmäßig gleich sein.

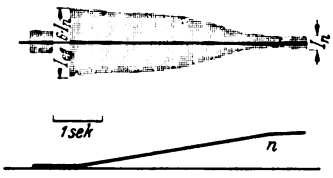


Abb. 6. Skizze nach einem Oszillogramm für den Anlauf eines Asynchronmotors gegen volle Last mit Y△-Schalter.

Bei Einordnung von Einschaltvorgängen in die I-t-Ebene muß bedacht werden, daß sich die beispielsweise nach Abb. 6 aufgenommenen Oszillogramme der Einschaltvorgänge nicht ohne weiteres auf die Sicherungs- oder Leitungskennlinien beziehen lassen.

Eine I-t-Kurve war, wie eingangs dargelegt, dadurch gekennzeichnet, daß durch sie der Zusammenhang von Strom und Zeit bei einer bestimmten Temperatur der stromführenden Leitung oder Sicherung dargestellt war; die Kurvenwerte ließen demzufolge diejenige Zeit erkennen, in der unter dem Einfluß eines konstanten Stromes die bestimmte Temperatur gerade erreicht wird. Dasselbe gilt für ein Einschaltdiagramm keineswegs, weil der Strom abklingt, also nicht konstant ist. Um eine Vergleichsgrundlage zu schaffen, muß das Einschaltdiagramm derart umgeformt werden, daß zu jedem Zeitpunkt derjenige konstante Strom bestimmt wird, der innerhalb dieser Zeit dieselbe Wärmemenge entwickelt wie der abklingende Einschaltvorgang bis zu diesem Zeitpunkt. Das bedeutet die Durchführung der Effektiv-Mittelwertbildung für jeden Punkt des Einschaltvorganges[2]). In Abb. 7 ist eine Anlaufkurve (Kurve A) aus dem in Abb. 6 dargestellten Einschaltvorgang übertragen und mit der umgeformten Kurve (Effektiv-Mittelwerte), die als Einschaltkennlinie zu bezeichnen ist (Kurve B), verglichen.

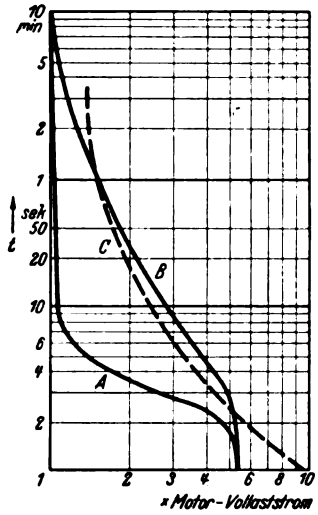


Abb. 7. Einschaltvorgänge und Sicherungskennlinie.

Würde man auf Grund der Kurve A den Leitungsquerschnitt bzw. die Sicherung bemessen, so könnte man Gefahr laufen, daß die Sicherung frühzeitiger abschaltet, als man mit Rücksicht auf die Lage der Kurven A und C, von denen die letztere die Sicherungskennlinie bedeutet, anzunehmen geneigt ist.

Auf Grund der Erkenntnis, daß Lastdauerstrom und Einschaltvorgänge den Verlauf der Sicherungs-I-t-Kurve maßgebend vorschreiben, erheben sich zwei Forderungen,

[2]) Ich verdanke diese Anregung den Herren Wendel und Roggan von der BEWAG.

Digitized by Google

die an ein Sicherungsorgan, das die wirtschaftliche Leitungsausnutzung gestattet, gestellt werden müssen.

1. Zuordnung der Sicherungskennlinie zu der Leitungskennlinie im Dauerstromzustand.
2. Zuordnung der Sicherungskennlinie zu den Erfordernissen der Einschaltvorgänge.

Eine einseitige Behandlung der einen oder anderen Forderung kann zu keinem befriedigenden Ergebnis führen, da die Leitungen durch Lastdauerstrom und Einschaltvorgänge thermisch beansprucht werden, aber von einer Sicherung geschützt werden sollen. Gegen thermische Überbeanspruchung werden die Leitungen dann geschützt sein, wenn die Sicherungskennlinien unterhalb der Leitungskennlinie liegen oder aber die erstgenannte gerade berühren; niemals darf aber die Sicherungskennlinie oberhalb der Leitungskennlinie liegen. Bei einer vollkommen ausgenutzten Leitung muß also zahlenmäßig der Sicherungsgrenzstrom gleich dem Leitungsgrenzstrom sein. Mit Rücksicht auf die Einschaltvorgänge darf kein Berühren der Einschaltkurven mit den Sicherungskurven eintreten, d. h. die Einschaltkurven müssen unbedingt unterhalb der Sicherungskurve liegen, damit die Einschaltvorgänge in gleicher Weise wie die Lastdauerströme die Leitung bis zur erlaubten thermischen Grenze beanspruchen können, ohne vorzeitig von den Sicherungen abgeschaltet zu werden. Folglich wird der Verlauf des Sicherungskennlinien-Streubandes bezüglich seiner oberen Begrenzung durch die zulässige Leitungskennlinie und seine untere Begrenzung durch die Einschaltvorgänge bedingt sein.

d) Schmelzsicherungen. Die bisher üblichen Schmelzsicherungen, die sogenannten normalen oder „flinken" Sicherungen, können der Aufgabe, dem Schutz der Leitung zu dienen, ohne die Ausnutzbarkeit der Leitungen zu beeinträchtigen, nicht gerecht werden. Abb. 8 zeigt eine *I-t*-Kurve einer Leitung mit den *I-t*-Kurven, der ihr nach § 20 von VDE 0100 zugeordneten normalen Sicherung und einer trägen Sicherung.

Eine Sicherungsart, die in der Lage sein könnte, die genannten Anforderungen zu erfüllen, ist die „träge" Sicherung (Abb. 8). Sie unterscheidet sich von der normalen insofern, als die Abschaltung im Grenzstromgebiet einer Lötstelle, im Kurzschlußgebiet dem Schmelzleiter, die beide in Reihe geschaltet sind, zufällt, im Gegensatz zu der flinken Sicherung, die in jedem Fall durch Unterbrechung des Schmelzleiters abschaltet. Die Schmelztemperatur des Lots liegt je nach der Legierung bei 100 bis 250 ° C, gegenüber der Schmelzleiter-Schmelztemperatur von rd. 960 ° C (Schmelzpunkt des Silbers). Im unteren Gebiet liegt der Bereich der Kurzschlußabschaltung, die von der trägen Sicherung in etwa gleicher Zeit wie von der normalen Sicherung bewältigt wird. Im mittleren Gebiet können kurzzeitige Überlastungen (Einschaltvorgänge), die für die Leitungen unschädlich sind, ertragen werden, ohne daß eine Abschaltung erfolgt. Im oberen Gebiet durchläuft die Kennlinie die 1 Std.-Sperre und geht in das Grenzstromgebiet über.

Die Verwendung träger Sicherungen bietet in den Stromkreisen besondere Vorteile, in denen wesentliche Einschaltvorgänge unvermeidlich sind. In Kraftanlagen, insbesondere bei Kurzschlußmotoren, halten die normalen Sicherungen den Einschaltstromstoß nicht aus. Da ein Übersichern der Leitungen unstatthaft ist, bleibt bei Verwendung von normalen Sicherungen nichts weiter übrig, stärkere Leitungen zu verlegen, die den vorgeschalteten Sicherungen entsprechen. Abgesehen davon, daß der Motor gegen Überlastungen durch die Stärke der Sicherungen schon gar nicht mehr geschützt ist, soweit man überhaupt von einem Motorschutz durch Sicherungen sprechen kann, bedeutet diese Maßnahme auch eine unnötige Erhöhung der Installationskosten und eine denkbar schlechteste Leitungsausnutzung.

e) I.S.-Schalter. Die Entwicklung der trägen Sicherungen fällt zeitlich mit der Entwicklung der I.S.-Schalter zusammen. Sie sind aus der Notwendigkeit heraus entstanden, das Ausbessern von Schmelzsicherungen, das schon manchen Brand verursachte, zu verhindern und die Zeitverluste, die bei Betriebsstörungen durch das Auswechseln von Schmelzsicherungen unvermeidlich sind, zu beseitigen. I.S.-Schalter sind mit einer magnetischen Kurzschlußauslösung und mit einer thermischen Auslöseverzögerung versehen. Die in Abb. 9 dargestellte Kenn-

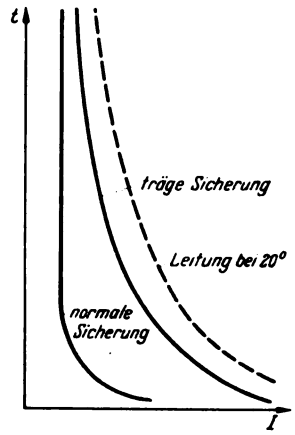


Abb. 8. Leitungs- und Sicherungskennlinien.

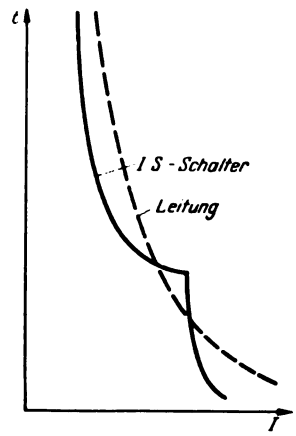


Abb. 9. *I-t*-Kurve eines I.S.-Schalters.

linie eines I.S.-Schalters hat als typisches Merkmal den Knick. Hier ist der Punkt, bei dem die thermische Auslösung in die Kurzschlußauslösung übergeht. Auch die ersten trägen Sicherungen hatten so einen Knick als Merkmal der Schmelzdraht-Lot-Auslöseorgane. Die weitere Entwicklung hat jedoch bei den trägen Sicherungen zuerst eine Abflachung und später eine Verwischung des Knicks mit sich gebracht, was auch wünschenswert ist. Bezüglich des weiteren Kennlinienverlaufs gilt für I.S.-Schalter grundsätzlich das gleiche wie das über träge Sicherungen Gesagte. Es ist erstrebenswert, daß sich die Kennlinien der I.S.-Schalter denen der trägen Sicherungen verhältnismäßig gut anpassen. Da die Streuung bei den I.S.-Schaltern bedeutend größer ist als bei trägen Sicherungen, wird die Erfüllung dieser Forderungen erschwert. Man gibt sich trotzdem große Mühe, eine Kennlinienform zu bekommen, die den zu stellenden Forderungen genügt.

f) Kurzschlußfestigkeit. Eine weitere Forderung, die an Sicherungsorgane bezüglich des Leitungsschutzes gestellt werden muß, ist die Kurzschlußfestigkeit, d. h. das einwandfreie Abschalten bei großen Kurzschlußströmen. Die K.P.I.-Bestimmungen sehen eine Kurzschlußprüfung mit etwa 1500 A vor. Mit Rücksicht auf die große Kurzschlußleistung großstädtischer Kabelnetze mußten die Anforderungen der Kurzschlußfestigkeit erhöht werden. Wie etwa die Kurzschlußverhältnisse im Versorgungsgebiet der BEWAG-Berlin liegen, zeigt Abb. 10. Die träge Sicherung erfüllt die Anforderungen, die in bezug auf Kurzschlußfestigkeit in Großstadtnetzen gestellt werden, vollkommen.

Da aus betrieblichen Gründen an I.S.-Schalter bezüglich der Kurzschlußfestigkeit billigerweise die gleichen Ansprüche gestellt werden müssen, dieselben aber zu erfüllen außerordentlich große Schwierigkeiten bereitet, werden I.S.-Schalter nur bis 25 A-Nennstrom in Sockelform und bis 15 A-Nennstrom in Schraub- oder Elementform hergestellt. Ihre Kurzschlußfestigkeit geht trotzdem nicht weit über die in den K.P.I.-Bestimmungen geforderte Kurzschlußsicherheit hinaus. Im allgemeinen liegt sie größenordnungsmäßig bei 2000 A, im Gegensatz zu Sicherungen, die eine Kurzschlußfestigkeit bis zu rd. 20 000 A aufweisen. Trotzdem haben I.S.-Schalter ein sehr großes

Digitized by Google

Anwendungsgebiet in Netzen oder Netzteilen, in denen mit einer Einhaltung einer Kurzschlußleistung von etwa 2000 A zu rechnen ist. Es besteht aber Aussicht, kurzschlußfeste I.S.-Schalter zu bauen, die größeren Kurzschlußleistungen genügen könnten.

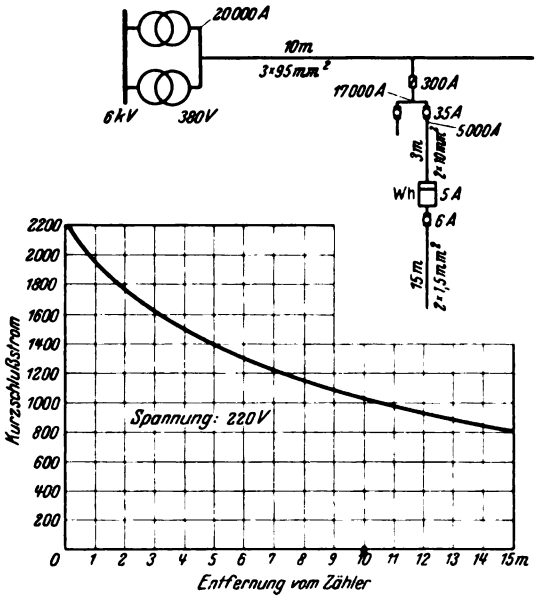


Abb. 10. Mittlere Kurzschlußverhältnisse im Versorgungsgebiet der BEWAG.

g) Selektivität. Der allgemeinen Einführung der trägen Sicherungsorgane neben den bisher noch üblichen flinken Sicherungen steht die Tatsache hemmend im Wege, daß sich die Kennlinien der beiden Sicherungsorgane mit ihren Streubereichen einander überschneiden trotz Einhaltung der 1 Std.-Sperre, so daß die Selektivität, d. h. die gegenseitige Abstimmung in Frage gestellt wird, wie Abb. 11 zeigt. Die Selektivität muß nicht nur unter den einzelnen Sicherungsstufen eines Fabrikats gewahrt sein, sondern auch die verschiedenen Fabrikate untereinander müssen miteinander selektiv arbeiten. Da das nicht erreicht werden kann, dürfen überstromträge Sicherungen hinter normalen Sicherungen nur ganz bestimmter Größe verwendet werden, da andernfalls keine Selektivität besteht. Während die trägen Sicherungen untereinander eine befriedigende Selektivität aufweisen, trifft das für I.S.-Schalter noch nicht ganz zu. Ihre Verwendung erfordert daher auch die Einhaltung bestimmter Vorsicherungen.

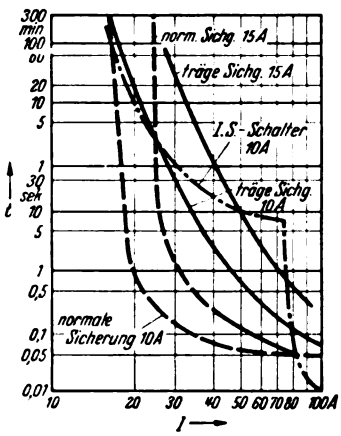


Abb. 11. Kennlinienverlauf verschiedener Sicherungsorgane.

h) Festsetzung einer Normalkennlinie. Im allgemeinen sind die Erfahrungen, die man mit trägen Sicherungen und I.S.-Schaltern unter Beachtung ihrer Anwendungsbedingungen gemacht hat, recht günstig zu beurteilen. Mit Rücksicht auf diese Erfahrungen wird der VDE-Ausschuß für Sicherungen und I.S.-Schalter eine einheitliche Kennlinie festsetzen und in die VDE-Vorschriften aufnehmen.

Wenn die Festlegung einer Normalkennlinie vom VDE-Ausschuß erfolgt ist, besteht Aussicht, ein Sicherungsorgan zu besitzen, das nach dem heutigen Stand der Sicherungstechnik einen Bestwert bezüglich des Leitungsschutzes und der Leitungsausnutzung darstellt.

2. Der Geräteschutz.

Bezüglich der Anwendung eines Geräteschutzes durch Überstromorgane sind die Geräte selbst zunächst in zwei Hauptgruppen einzuteilen:

1. Solche Geräte, bei denen der Anlaufstrom praktisch gleich dem Betriebsnennstrom ist und die im Betrieb nicht überlastet werden können (Wärmegeräte).
2. Solche Geräte, bei denen der Anlaufstrom ein Vielfaches des Nennstromes ist und die im Betrieb mehr oder weniger hohen Überlastungen ausgesetzt sind (Motoren).

a) Gerätesicherungen. Die unter 1. genannten Geräte bedürfen in der Regel keines besonderen Überstromschutzes. Beispielsweise können Wärmegeräte bei gleichbleibender Spannung praktisch nicht überlastet werden. Für die Geräte, in denen durch irgendwelche Schäden von außen oder innen Überlastungen eintreten können (Rundfunkgeräte, Meßinstrumente, Leuchtröhrentransformatoren, Schutztransformatoren usw.), ist ein Einbau eines Überstromschutzes in Form von Schmelz- oder Thermosicherungen dringend zu empfehlen, da in den meisten Fällen die Stromkreissicherungen den Schutz nicht übernehmen können. Die Gerätesicherung muß aber in jedem Fall einen vollkommenen Geräteschutz bieten und nicht nur einen Teil des Gerätes schützen. Gegebenenfalls müssen mehrere Sicherungen in einem Gerät angeordnet werden. Auf keinen Fall darf ein Gerät, wenn es schon durch Sicherungen geschützt werden soll, zu einer Zerstörung oder sogar zu einem Brande führen. Die Bemessung der Gerätesicherungen richtet sich jeweils nach den Betriebs- und Überlastungsverhältnissen. Als Bemessungsregel gilt ganz allgemein: Betriebsstrom plus zusätzliche geringste schädliche Stromaufnahme gibt den Abschmelzstrom. Unter zusätzlicher geringster schädlicher Stromaufnahme ist der Strom zu verstehen, der an den zu schützenden Geräteteilen in längerer als der Abschmelzzeit unzulässige Erwärmungen hervorruft. Da VDE-Vorschriften über diese Art von Sicherungen nicht bestehen, ist ihre Beschaffung und Anwendung Vertrauenssache des Gerätekonstrukteurs.

b) Motorschutzschalter. Bei den unter 2. genannten Geräten, im engeren Sinne also die Motoren, war es früher üblich, sie ebenfalls durch Schmelzsicherungen zu schützen. Mit Rücksicht auf die schwierigen Anlaufverhältnisse mußten diese Sicherungen im Verhältnis zum Nennstrom der Motoren sehr stark gewählt werden. Dieses Verfahren hatte u. a. mehrere Nachteile:

1. Es wurden zwar kurzschlußartige Fehler durch die Schmelzsicherungen abgeschaltet, ein Schutz der Motoren gegen unzulässige Überlastungen war aber nicht gewährleistet.
2. Durch die starke Bemessung der Sicherungsnennstromstärken mit Rücksicht auf die Anlaufverhältnisse mußten Leitungsquerschnitte verlegt werden, die im Betrieb nicht im entferntesten ausgenutzt werden konnten.
3. Das Fehlen einer allpoligen gleichzeitigen Abschaltung.

Die Forderung, einerseits die schädlichen Überlastungen von den Motoren fernzuhalten, anderseits aber die höchste wirtschaftliche Ausnutzung der Motoren zu ermöglichen, führte zur Anwendung des Motorschutzschalters. Er gewährleistet zur Zeit den sichersten Motorschutz, da seine einstellbaren Auslöser sich den Erwärmungsverhältnissen der Motoren weitgehend anpassen lassen und im Überlastungsfalle eine allpolige Abschaltung bewirken. In der Praxis haben sich insbesondere zwei Arten von Motorschutzschaltern eingeführt, und zwar

Digitized by Google

1. Motorschutzschalter als Überstromselbstschalter mit thermischer Auslöseverzögerung und
2. Motorschutzschalter wie unter 1., jedoch mit zusätzlicher unverzögerter elektromagnetischer Kurzschlußauslösung.

Beide Arten können noch mit einer zusätzlichen Unter- und Fehlerspannungsauslösung versehen werden.

Den unter 1. genannten Schaltern, die also nur eine thermische Auslösung besitzen, fällt die Aufgabe zu, nur den Motor gegen schädliche Überlastungen zu schützen, den normalen Anlaufvorgang und betriebsmäßige bis zu einem gewissen Grade zulässige Überlastungen zu gestatten.

Hinsichtlich des Anlaufvorganges werden die Motorschutzschalter in zwei weitere Gruppen unterteilt, und zwar in solche für leichte und solche für schwere Anlaufbedingungen. Nach den VDE-Bestimmungen erhalten die ersteren die äußere Bezeichnung T_I und die zweiten die Bezeichnung T_{II}. Die T_I-Schalter müssen beim fünffachen Nennstrom eine Auslöseverzögerung von mindestens 0,5 s, die T_{II}-Schalter beim sechsfachen Nennstrom eine solche von mindestens 5 s haben.

Für die thermischen Auslöser werden Bimetallstreifen verwendet, die entweder unmittelbar oder mittelbar vom Betriebsstrome geheizt werden. Der Auslösestrom ist verstellbar, um eine Anpassung an die jeweiligen Motorengrößen zu ermöglichen. Von einer Festsetzung der Auslösekennlinie ist abgesehen worden, dagegen aber die Festlegung der Grenzbedingungen insofern vorgeschrieben, als bei einer Überlast von 5 % des Nennstromes eine Auslösung innerhalb von 2 Std. nicht erfolgen darf; bei einer Überlast von 20 % der Schalter aber innerhalb der gleichen Zeit auslösen muß. Bei 50 % Überlast muß eine Abschaltung innerhalb von 2 min erfolgen. Inwieweit bei größeren Überströmen eine Abschaltung in kürzester Zeit notwendig ist, hängt von den jeweiligen Anlaufvorgängen ab. Erfahrungsgemäß kann man aber die elektromagnetischen Auslöser auf den etwa fünffachen Wert der Nennstromstärke einstellen, was einer Auslösezeit von etwa 5 bis 10 s entspricht.

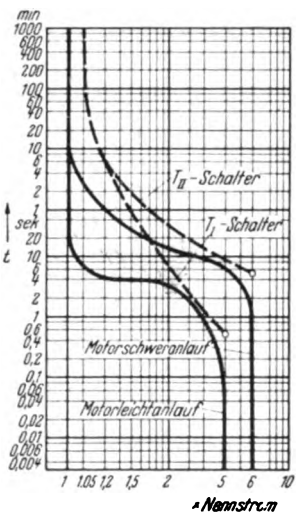


Abb. 12. Auslösereinstellung an T_I- und T_{II}-Schaltern.

Bei Kurzschlußmotoren kann eine Einstellung bis zum siebenfachen Wert des Nennstromes bei gleicher Auslösezeit erforderlich sein, da andernfalls die Sicherungen im Auslaufvorgang vorzeitig unterbrechen. Bezüglich des Vergleichs von Motoranlaufkurven zu den Auslösekennlinien von Motorschutzschaltern ist sinngemäß die gleiche Umformung durchzuführen wie vorhin beim Vergleich von Einschaltvorgängen zu den Sicherungskennlinien.

Abb. 12 zeigt den Kennlinienverlauf zweier thermischer Auslöser der Schalter T_I und T_{II}, die den VDE-Bedingungen bezüglich der 5-, 20- und 50prozentigen Überlastungseinstellungen entsprechen, mit den umgeformten Anlaufvorgängen von Motoren.

Ein Motorschutzschalter, der nur mit thermischen Auslösern versehen ist, vermag den Leitungsschutz der Motorleitungen nur insoweit zu übernehmen, soweit es sich nicht um kurzschlußartige Überlastungen des Motors oder der Leitungen handelt. Für den Kurzschlußschutz müssen daher besondere Maßnahmen getroffen werden. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Der Kurzschlußschutz wird durch Sicherungen übernommen oder
2. der Kurzschlußschutz erfolgt durch die zusätzliche elektromagnetische Auslösung.

Fehlt eine dieser Maßnahmen, d. h. ist kein Kurzschlußschutz vorhanden, so wird in der Regel der Motorschutzschalter im Kurzschlußfalle zerstört. Das Zusammenarbeiten der thermischen und elektromagnetischen Auslöser eines Motorschutzschalters der Schaltleistungsgruppe I mit Schmelzsicherungen bei geringen Kurzschlußleistungen zeigt Abb. 13.

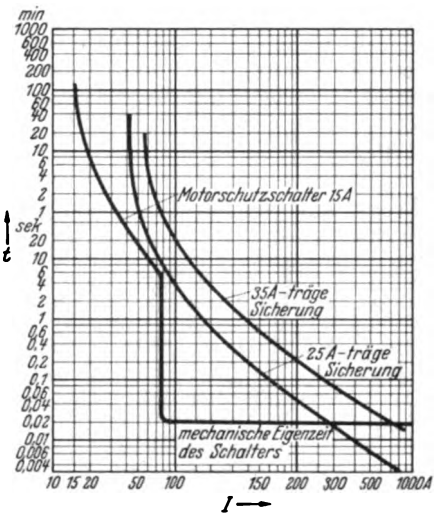


Abb. 13. Zusammenarbeiten der T_I-Schalter mit Sicherungen.

Bei Kurzschlußströmen von 300 A und darüber gewährleisten die 25 A-Sicherungen einen besseren Schutz, während bei Verwendung von 35 A-Sicherungen der Motorschutzschalter bis zu 700 A einen besseren Leitungsschutz bietet.

In den Fällen, in denen die Widerstände längerer Leitungen die Kurzschlußstromstärken auf einige 100 A begrenzen, können Motorschutzschalter mit zusätzlicher elektromagnetischer Kurzschlußauslösung den Leitungsschutz übernehmen. Das dürfte besonders in den Installationen zutreffen, wo der Motorschutzschalter in der Nähe des Motors angebracht ist. Kann eine Begrenzung des Kurzschlußstromes auf etwa 500 A nicht erreicht werden, so müssen entsprechende Vorsicherungen, die den Kurzschlußschutz übernehmen, verwendet werden. Nach den VDE-Vorschriften dürfen in diesen Fällen die Vorsicherungen nicht größer als 100 A sein. Werden Überstromschalter verwendet, so müssen sie bei 400 A unverzögert auslösen. Diese Bestimmungen gelten für Motorschutzschalter der Schaltleistungsgruppe I nach den RES-Vorschriften. Motorschutzschaltern der Schaltleistungsgruppe II müssen Überstromorgane vorgeschaltet werden, die bei 1000 A unverzögert auslösen, oder entsprechende Sicherungen. Durch diese Maßnahme werden im Kurzschlußfalle zwar schädliche Folgeerscheinungen für das Netz verhütet, ein Schutz für den Motorschutzschalter braucht aber nicht gegeben zu sein.

Mit Rücksicht auf die Übersichtlichkeit von Kraftanlagen in größeren Betrieben ist es vorteilhaft, die Motorschutzschalter für die verschiedenen Motoren gruppenweise zusammenzufassen. Durch diese zentrale Anordnung kommen die Schalter in die Nähe der Sammelschienen, wo große Kurzschlußleistungen von mehreren 1000 A wirksam sind, die von den beschriebenen Motorschutzschaltern nicht mehr bewältigt werden können. Die weitere Entwicklung der Motorschutzschalter ist deshalb zwei Wege gegangen:

Digitized by Google

1. Motorschutzschalter mit thermischer Auslösung als Überlastungsschutz des Motors und mit eingebauten Schmelzsicherungen als Leitungs- und Motorschutz im Kurzschlußfalle.
2. Motorschutzschalter mit thermischer Auslösung als Überlastungsschutz des Motors und mit zusätzlicher elektromagnetischer Kurzschlußauslösung für hohe Kurzschlußleistungen als Leitungs- und Motorschutz im Kurzschlußfalle (sogenannte Motorschutz-Leistungsschalter, die der Schaltleistungsgruppe II entsprechen).

Inwieweit eine Abschaltung bei großen Kurzschlußleistungen durch die Schalter mit Sicherungen und durch die Leistungsschalter erfolgt, geht aus Abb. 14 hervor. Bei Kurzschlußströmen bis zu 1500 A gewährleistet der Motorschutz-Leistungsschalter einen besseren Schutz als Sicherungen, da er beträchtlich früher anspricht als die Sicherungen, die in diesem Bereich mit einer großen Verzögerung arbeiten.

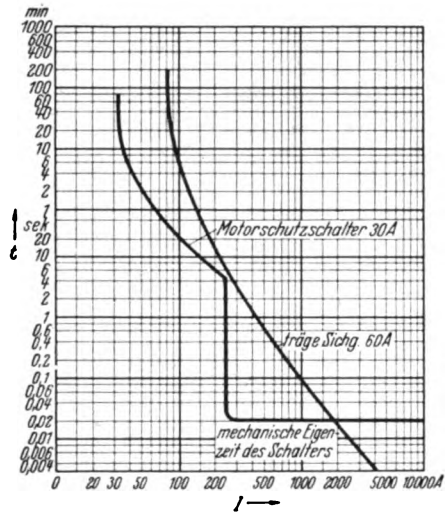


Abb. 14. Zusammenarbeiten der T_{II}-Schalter mit Sicherungen.

Die Frage, inwieweit der Motorschutzschalter geeignet ist, neben seiner ihm zugedachten Bestimmung noch den Leitungsschutz mitzuübernehmen, ist zusammenfassend also wie folgt zu beantworten:

Nach den letzten Abb. 13 und 14 ist ein Leitungsschutz durch Motorschutzschalter in dem Gebiet gewährleistet, das unterhalb des Schnittpunktes liegt, in dem die Eigenzeitlinie der Kurzschlußauslösung die Sicherungskennlinie schneidet. Im allgemeinen werden aber neben den betriebstechnischen auch die wirtschaftlichen Gesichtspunkte die Richtung angeben, ob ein Leitungsschutz durch Motorschutzschalter oder durch Sicherungen zweckmäßiger ist[3]).

c) Berührungsspannungsschutz. Mit der mehr und mehr zunehmenden Verwendung träger Sicherungsorgane taucht die Frage auf, welche Abschaltstromstärken für die Bemessung der Schutzerder zugrunde gelegt werden sollen. Von verschiedenen Stellen wird die Auffassung vertreten, daß auch für träge Sicherungsorgane als Abschaltstromstärke das 2,5fache der Sicherungsnennstromstärke gemäß VDE 0140 § 8 einzusetzen ist. In diese Auffassung sind aber erhebliche Zweifel zu setzen, da bei der Abfassung von VDE 0140 wahrscheinlich nur an normale Sicherungen gedacht war, da die trägen Sicherungsorgane seinerzeit noch in der Entwicklung standen. Da die Entwicklung träger Sicherungsorgane bezüglich des Kennlinienverlaufs zu einem gewissen Abschluß gekommen ist, steht einer Festsetzung der Abschaltstromstärke an sich nichts im Wege. Wie aus Abb. 15 ersichtlich, schaltet eine normale Sicherung bei dem 2,5fachen Stromwert in etwa 0,2 s ab. Wenn beabsichtigt ist, diese Zeit als Grundlage für die Beurteilung eines Gefahrenmomentes im Falle einer auftretenden Berührungsspannung an Geräten anzusehen, so müßte als Abschaltstromstärke für träge Sicherungsorgane mit dem etwa 6fachen Wert der Sicherungsnennstromstärke gerechnet werden, andernfalls bei dem 2,5fachen Wert eine Überschreitung der Berührungsspannungsgrenze bis zu 1 min und mehr möglich ist.

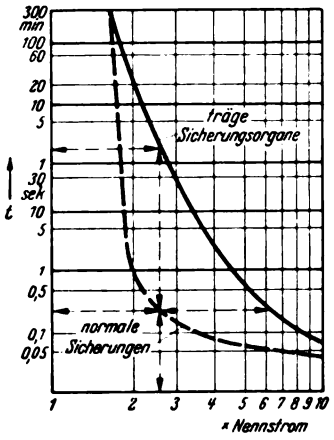


Abb. 15. Festsetzung der Abschaltstromstärkenträger-Sicherungsorgane.

Es dürfen selbstverständlich die Schwierigkeiten, die sich für die Bemessung neutraler Schutzerder ergeben, nicht verkannt werden. Da diese aber ohnehin, also auch bei Verwendung normaler Sicherungen bestehen, wird die Schutzerdung nur bei Benutzung eines ausgedehnten Wasserrohrnetzes angewandt. Die Erdungswiderstände, entsprechend einer Abschaltstromstärke vom sechsfachen Wert der Sicherungsnennstromstärke bis zu 20 A, sind beispielsweise im Versorgungsgebiet der BEWAG zu erreichen.

Zusammenfassung.

Die allgemeinen Anforderungen, die an Sicherungsorgane bezüglich des Schutzes und der Ausnutzbarkeit der Leitungen gestellt werden müssen, sind folgende:

1. Möglichste Anpassung der Sicherungskennlinien an die Leitungskennlinien, im Dauerstromzustand und in den Einschaltvorgängen.
2. Ausreichende Kurzschlußfestigkeit, die den Kurzschlußleistungen in Großstadtnetzen genügt.
3. Hinreichende Selektivität der verschiedenen Sicherungsorgane untereinander.
4. Festsetzung einer Normalkennlinie.

Die Bedingungen, die von Sicherungsorganen, welche dem Geräteschutz dienen sollen, erfüllt werden müssen, sind:

1. Anpassung der Abschaltstromstärke an den tatsächlichen Betriebsstrom, ferner geringste schädliche Stromaufnahme.
2. Weitgehende Anpassung der Motorschutzschalter an die Motorengrößen und Anlaufverhältnisse.
3. Gewährleistung eines ausreichenden Kurzschlußschutzes durch Sicherungen, Kurzschlußauslöser oder durch beide.
4. Selektives Zusammenarbeiten der Motorschutzschalter mit Sicherungen.

Mit Rücksicht auf die Einführung von trägen Sicherungsorganen wird vorgeschlagen, für die Bemessung von Schutzerdern nicht das 2,5fache, sondern das 6fache der Sicherungsnennstromstärke als Abschaltstromstärke einzusetzen.

[3]) Vgl. F. Denk, AEG-Mitt. (1936) S. 383. S. a.: F. Denk, ETZ 57 (1936) S. 1271.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Klemmenbezeichnungen.

Der Ausschuß für Klemmenbezeichnungen veröffentlicht nachstehend einen Entwurf 2 zu VDE 0570 „Regeln für Klemmenbezeichnungen". Der in ETZ 50 (1929) S. 1497 veröffentlichte Entwurf 1 wurde seinerzeit mit Rücksicht auf die schwebenden Verhandlungen bei der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) nicht weiter behandelt. In der nächsten Zeit dürfte jedoch mit einer endgültigen Herausgabe der IEC-Regeln noch nicht zu rechnen sein. Daher hat sich der Ausschuß für Klemmenbezeichnungen entschlossen, den seinerzeitigen Entwurf 1 nach Verarbeitung der hierauf eingegangenen Einsprüche nochmals als Entwurf 2 zu veröffentlichen. In diesem Entwurf sind diejenigen Punkte größtenteils berücksichtigt, über die bei der IEC bereits Einigung erzielt werden konnte. Im übrigen wurde der Entwurf in seiner Einteilung möglichst den sonstigen VDE-Bestimmungen angeglichen.

Äußerungen und Einsprüche sind spätestens bis zum 30. September 1937 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

VDE 0570
Regeln für Klemmenbezeichnungen.
Entwurf 2.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.

II. Bestimmungen.

§ 2. Geltungsbereich.

A. Allgemeines.

§ 3. Bezeichnung von Klemmen.
§ 4. Gleichartige Wicklungen und Anzapfungen.

B. Klemmenbezeichnungen für Gleichstrom.

§ 5. Gleichstrom-Maschinen, -Anlasser und -Regler.
§ 6. Stromrichtung und Drehsinn.

C. Klemmenbezeichnungen für Wechselstrom.

§ 7. Wechselstrom-Maschinen, -Anlasser und -Regler.
§ 8. Klemmenbezeichnung und zeitliche Phasenfolge (zu § 7).
§ 9. Transformatoren und Wandler.
§ 10. Klemmenbezeichnung und zeitliche Phasenfolge (zu § 9).

D. Beispiele für Schaltbilder.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am ..... in Kraft.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für:

1. Gleichstrommaschinen
2. Gleichstrom-Regler und -Anlasser
3. Wechselstrommaschinen (auch Umformer)
4. Wechselstrom-Regler und -Anlasser
5. Transformatoren
6. Spannungs- und Stromwandler.

II. Bestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 3.

Bezeichnung von Klemmen.

Die Klemmen der in § 2 genannten Maschinen, Transformatoren und Geräte üblicher Bauart sind einheitlich durch Buchstaben, gegebenenfalls mit Beiziffern (vgl. § 5) zu bezeichnen. Für die Großbuchstaben ist dabei Normschrift nach DIN 1451, für die kleinen Buchstaben dagegen zur besseren Unterscheidung lateinische Schreibschrift zu verwenden. Eine Klemme erhält unter Umständen mehrere Bezeichnungen. Bei Sonderausführungen, die in diesen Regeln nicht erwähnt sind, ist sinngemäße Klemmenbezeichnung anzuwenden.

Die Klemmenbezeichnung macht das Schaltbild im allgemeinen nicht überflüssig.

§ 4.

Gleichartige Wicklungen und Anzapfungen.

Die Klemmen gleichartiger Wicklungen werden durch Beibuchstaben a, b, c, ... unterschieden, beispielsweise u_a–x_a, u_b–x_b.

Anzapfungen erhalten im allgemeinen (Ausnahme siehe Tafel VII unten: Drehstromwicklung, offen, geteilt, Schaltspulen in der Mitte) dieselben Buchstaben als Klemmenbezeichnung wie das entsprechende Wicklungsende. Dieses wird mit der Beiziffer 1, die Anzapfungen mit fortlaufenden Beiziffern 2, 3, ... versehen.

B. Klemmenbezeichnungen für Gleichstrom.

§ 5.

Gleichstrom-Maschinen, -Anlasser und -Regler.

Die Klemmen sind gemäß Tafel I zu bezeichnen, wobei noch folgende Bestimmungen zu beachten sind:

a) Maschinen. Gleichartige Wicklungen an derselben Maschine (vgl. § 4) werden im allgemeinen (Ausnahme Nr. 7

Tafel I.

Klemmenbezeichnungen für Gleichstrom.

	A. Maschinen.			
1.	Anker			A–B
2.	Nebenschlußwicklung für Selbsterregung			C–D
3.	Reihenschlußwicklung für Erregung mit eigenem Ankerstrom			E–F
4.	Wendepol- oder Kompensationswicklung Wendepol- mit Kompensationswicklung			G–H
5.	getrennte Wendepol- und Kompensationswicklung	Wendepolwicklung		GW–HW
6.		Kompensationswicklung		GK–HK
7.	auf beide Seiten des Ankers verteilte gleiche Wicklungsteile, z. B. zum Zwecke der Symmetrierung für Rundfunkentstörung	Reihenschluß-Wicklungen	Seite der Ankerklemme A	EA–FA
8.			Seite der Ankerklemme B	EB–FB
9.		Wendepol-Wicklungen	Seite der Ankerklemme A	GA–HA
10.			Seite der Ankerklemme B	GB–HB
11.	fremderregte Feldwicklungen	allgemein		I–K
12.		bei Bemessung für die eigene Ankerspannung, wahlweise		C–D
	B. Netz.			
13.	positiver Leiter			P
14.	negativer Leiter			N
15.	Mittelleiter			O
	C. Anlasser und Regler.			
16.	Anlasser	Klemme für Anschluß an	Netz	L
17.			Anker	R
18.			Nebenschlußwicklung	M
19.			Anschluß an Nebenschlußwicklung	s
20.	Regler	Klemme für	Anschluß an Anker	t
21.			Kurzschließen der Feldwicklung	q

Digitized by Google

bis 10 der Tafel I) durch kleine Buchstaben *a*, *b*, *c*, ... unterschieden, beispielsweise:

Doppelkommutatormaschinen: A_a–B_a; A_b–B_b.

b) Anlasser. Bei Anlassern kann
L mit **N** oder **P**
M „ **C** „ **D** (u. U. über einen Regler)
R „ **A** „ **B, E, F, G, H**, je nach der Schaltung verbunden werden.

Bei Umkehranlassern sind die Klemmen des Anlassers, deren Vertauschung zur Erzielung sinnfälliger Bewegung der Steuervorrichtung und z. B. der Last erforderlich ist, doppelt zu bezeichnen. Nach dem Einbau sind die nicht benutzten Bezeichnungen ungültig zu machen, z. B. **A** (**B**) und **B** (**A**).

c) Regler. Die Klemme des Reglers *s* ist mit den Klemmen der Feldwicklung **C** oder **D** bei Selbsterregung im Nebenschluß, **I** oder **K** bei Fremderregung zu verbinden.

§ 6.

Stromrichtung und Drehsinn.

a) Die Klemmenbezeichnung soll nach folgenden Grundsätzen gewählt werden:

1. Gleichartige Wicklungen auf demselben Maschinenteil (z. B. mehrere Hauptpolwicklungen oder Wendepol- und Kompensationswicklungen) sollen gleichgerichtete Felder erzeugen, wenn der erregende Strom sie in der gleichen alphabetischen Buchstabenfolge ihrer Klemmen durchfließt, also z. B.:
   entweder alle alphabetisch vorwärts von **C** nach **D**, von **E** nach **F** usw.
   oder:
   alle alphabetisch rückwärts von **D** nach **C**, von **F** nach **E** usw.
2. Bei Betrieb einer Maschine als Motor im Rechtslauf soll der Strom in allen Wicklungen, mit Ausnahme der feldschwächenden, in der alphabetischen Buchstabenfolge der Klemmen fließen, also von **A** nach **B**, von **C** nach **D**, von **E** nach **F** (falls feldstärkend) von **G** nach **H**, dagegen z. B. von **K** nach **I** (falls feldschwächend).

b) Bei dem Entwurf von Schaltbildern soll die gegenseitige Lage der Wicklungen in der Weise gewählt werden, daß ein Stromrichtungspfeil in Richtung der Achse der Wicklung gleichzeitig die Richtung des magnetischen Feldes der betreffenden Wicklung angibt; bei Motoren gibt z. B. **A–B** die Richtung des Ankerstromes und des von der Ankerwicklung erzeugten Ankerfeldes an. Feldrichtungen und Drehsinn stehen in gesetzmäßiger Abhängigkeit, die auch aus den Schaltbildern für Motoren und Generatoren hervorgeht.

c) Eine bleibende Änderung des Drehsinnes wird durch Umpolen der Maschine, also durch Vertauschen der Anschlußleitungen an den Klemmen der Feldwicklungen **C–D** bzw. **E–F** (aber nicht der Wendepol- und Kompensationswicklungen **G–H**) erreicht. Klemme **A** bleibt daher stets mit dem Leiter **P** verbunden.

Betriebsmäßig wechselnder Drehsinn umsteuerbarer Motoren erfordert in der Regel Vertauschen der Anker- (und Wendepol-)Anschlußleitungen (**A–B** und **G–H**) bei unverändertem Anschluß der Feldwicklungen.

C. Klemmenbezeichnungen für Wechselstrom.

§ 7.

Wechselstrom-Maschinen, -Anlasser und -Regler.

Die Klemmen sind gemäß Tafel II zu bezeichnen, wobei noch folgende Bestimmungen zu beachten sind:

a) Maschinen. Die Klemmen von Wechselstrom-Kommutatormaschinen, die wie Gleichstrommaschinen geschaltet sind und entsprechende Wicklungen besitzen, sind wie die Klemmen von Gleichstrommaschinen zu bezeichnen.

Für die übrigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen, z. B. Repulsionsmotoren, Drehstrom-Kommutatormaschinen, sind die Bezeichnungen für Wechselstrommaschinen sinngemäß anzuwenden, bei Drehstrommaschinen erforderlichenfalls unter Verwendung von Beiziffern.

Die Klemmen von Umformern sind sinngemäß auf der Gleichstromseite nach § 5 und 6, auf der Wechselstromseite nach § 7 und 8 zu bezeichnen.

b) Anlasser. Bei Umkehranlassern (nach 25 der Tafel II) sind die Klemmen **U** (**W**) und **W** (**U**), deren Vertauschung zur Erzielung sinnfälliger Bewegung der Steuervorrichtung und z. B. der Last erforderlich ist, doppelt bezeichnet. Nach dem Einbau sind die nicht benutzten Bezeichnungen ungültig zu machen.

Tafel II.

Klemmenbezeichnungen für Wechselstrom-Maschinen, -Anlasser und -Regler.

A. Maschinen

Nr.	Stromar	Schaltungs- oder Wicklungsart		Bezeichnung Primär	Bezeichnung Sekundär
1	Drehstrom	verkettet		U, V, W	*u*, *v*, *w*
2		unverkettet		U–X, V–Y, W–Z	*u–x*, *v–y*, *w–z*
3	Zweiphasenstrom	verkettet, Knotenpunkt XY bzw. *xy*		U, XY, V	*u*, *xy*, *v*
4		unverkettet		U–X, V–Y	*u–x*, *v–y*
5	Einphasenstrom	allgemein		U–V	
6		mit Hilfswicklung	Hauptwicklung	U–V	
7			Hilfswicklung	W–Z	
8	Mehrphasenstrom allgemein	Mittelpunkt bzw. Sternpunkt		O	*o*
9	Gleichstromerregerwicklung			I–K	

B. Netz*)

Nr.	Stromart	Leiter und Schaltung		Bezeichnung
10	Drehstrom	Hauptleiter		R, S, T
11		Sternpunktleiter		O
12	Zweiphasenstrom	verkettet	Hauptleiter	Q, R
13			Knotenpunktleiter	S, T
14		unverkettet, Leiter		Q, R, S, T
15	Einphasenstrom	Hauptleiter	Anschluß an Drehstromnetz	R, S bzw. S, T bzw. T, R
16			selbständiges Netz	R, T
17		Mittelpunktleiter		O

C. Anlasser und Regler

Nr.	Anlasser bzw. Regler	Stromart	Schaltung		Bezeichnung
18	Sekundär-Anlasser	Drehstrom	verkettet		*u*, *v*, *w*
19			unverkettet		*u–x*, *v–y*, *w–z*
20		Zweiphasenstrom	verkettet		*u*, *xy*, *v*
21			unverkettet		*u–x*, *v–y*
22	Primär-Anlasser	Drehstrom	im Sternpunkt angeschlossen		X, Y, Z
23			zwischen Netz und Motor angeschlossen		U–X, V–Y, W–Z
24	Umkehranlasser	Drehstrom	Klemmen für Anschluß an	Netz	R, S, T
25				Primäranker	U (W), V, W (U)
26	Regler	Gleichstrom	Klemmen für	Anschluß an Feldwicklung	*s*
27				Anschluß an Erregernetz	*t*
28				Kurzschließen der Feldwicklung	*q*

*) Wenn in einem Schaltbild mit mehreren Netzen eine Unterscheidung der Netzbezeichnungen erwünscht ist, so werden Beibuchstaben dafür verwendet (z. B. R_a, S_a, T_a; R_b, S_b, T_b usw.).

Tafel III.

Klemmenbezeichnungen für Transformatoren und Wandler.

A. Transformatoren und Spannungswandler.

Nr.	Stromart bzw. Schaltung		Bezeichnung für Oberspannungswicklung	Bezeichnung für Unterspannungswicklung
1	Drehstrom	verkettet	U, V, W	*u*, *v*, *w*
2		unverkettet	U–X, V–Y, W–Z	*u–x*, *v–y*, *w–z*
3	Einsphasenstrom		U–V	*u–v*
4	Sternpunkt bzw. Mittelpunkt		O	*o*

B. Stromwandler.

		Primärseite	Sekundärseite
5	Stromwandler	K–L	*k–l*

Digitized by Google

§ 8.

Klemmenbezeichnung und zeitliche Phasenfolge (zu § 7).

Im Drehstromnetz soll die Reihenfolge der Buchstaben **R, S, T** die zeitliche Phasenfolge angeben.

Bei Drehstrommaschinen bis 100 kVA Leistung soll stets die Klemmenfolge **U, V, W** der zeitlichen Phasenfolge bei Rechtslauf entsprechen. Falls bei Maschinen über 100 kVA Linkslauf vereinbart wird, so soll bei diesem Drehsinn die Klemmenfolge **U, V, W** der zeitlichen Phasenfolge entsprechen; dieses ist durch einen Pfeil mit Spitze nach links (←——) auf dem Leistungsschild kenntlich zu machen. (Siehe auch § 76 von VDE 0530/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M.").

Diese Bestimmungen gelten sinngemäß auch für andere Mehrphasenmaschinen und -netze.

§ 9.

Transformatoren und Wandler.

Die Klemmen der in § 3 von VDE 0532/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T." aufgeführten Transformatoren sowie der Klemmen von Wandlern sind nach Tafel III zu bezeichnen.

Für die Anordnung der Klemmen von Transformatoren gilt § 59 von VDE 0532/1934. Die in den Schaltbildern (Abschnitt D) gezeichnete Lage der Klemmen und Wicklungen ist nicht verbindlich für deren räumliche Anordnung.

Bei Transformatoren mit mehreren Unterspannungswicklungen erhält die Unterspannungswicklung mit der höchsten Spannung die Beiziffer *m* und falls noch eine derartige Wicklung vorhanden ist, diese die Beiziffer *n*.

§ 10.

Klemmenbezeichnung und zeitliche Phasenfolge (zu § 9).

Die alphabetische Reihenfolge der Buchstaben an den Klemmen der Ober- und Unterspannungswicklung muß die gleiche Phase oder Phasenfolge ergeben.

Bei allen Transformatoren, die nicht einer der in § 8 von VDE 0532/1934 angegebenen Schaltgruppen angehören, gilt bei getrennten Wicklungen außer den vorstehenden Regeln noch folgende Regel:

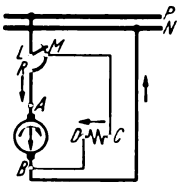
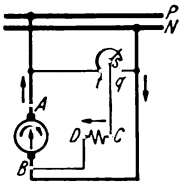
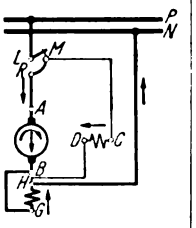
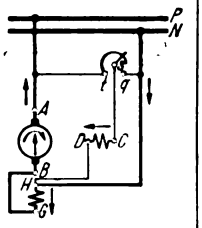
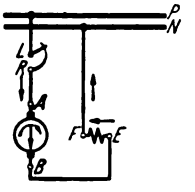
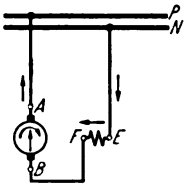
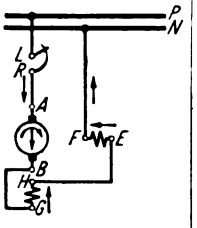
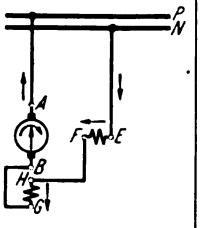
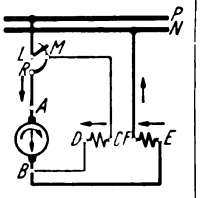
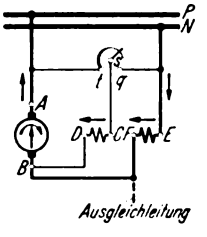
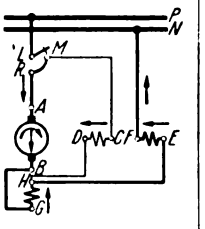
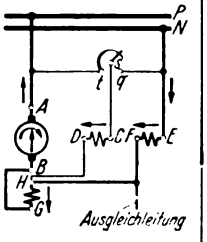
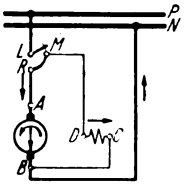
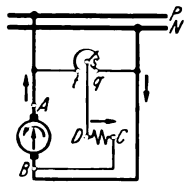
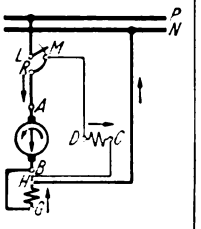
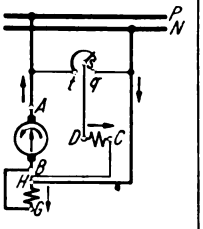
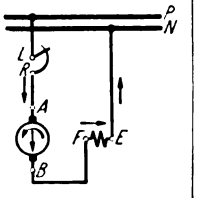
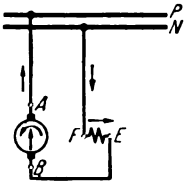
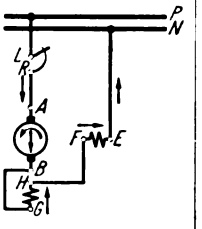
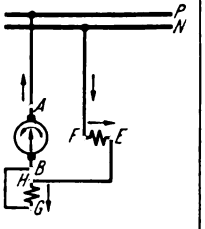
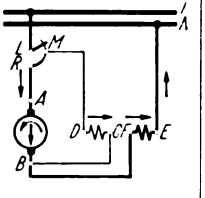
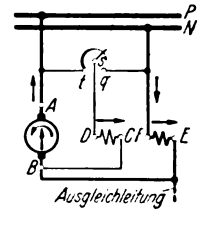
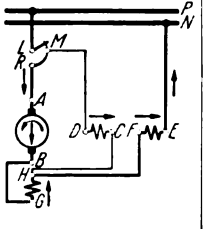
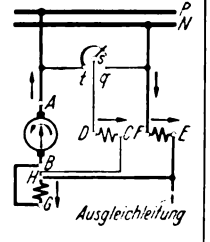
Die Bezeichnungen der Klemmen sollen so gewählt werden, daß aus der alphabetischen Buchstabenfolge die Wicklungsrichtung erkennbar ist, demgemäß sind die Klemmen:

gleichsinnig geschalteter Wicklungen im Sinne der alphabetischen Buchstabenfolge,

gegensinnig geschalteter Wicklungen in entgegengesetzter alphabetischer Buchstabenfolge zu bezeichnen.

D. Beispiele für Schaltbilder. (Siehe Tafel IV bis VIII).

Tafel IV.

		Gleichstrommaschinen ohne Wendepole		Gleichstrommaschinen mit Wendepolen	
		Motoren	Generatoren	Motoren	Generatoren
Rechtslauf	mit Nebenschlußwicklung				
	mit Reihenschlußwicklung				
	mit Doppelschlußwicklung		 Ausgleichleitung		 Ausgleichleitung
Linkslauf	mit Nebenschlußwicklung				
	mit Reihenschlußwicklung				
	mit Doppelschlußwicklung		 Ausgleichleitung		 Ausgleichleitung

Von der Antriebseite (also meist der dem Kommutator entgegengesetzten Seite) aus gesehen. Vgl. VDE 0530 § 76.

(Fortsetzung S. 782.)

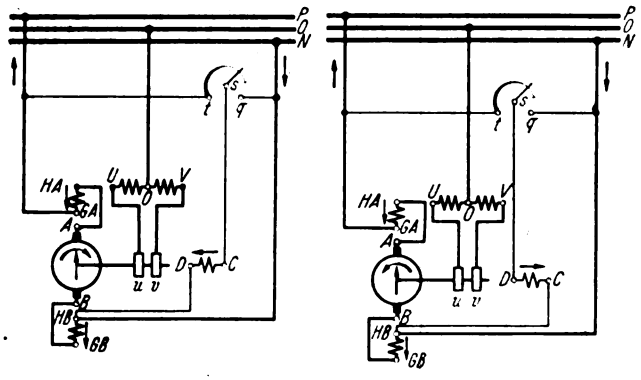
Digitized by Google

Tafel V.

Dreileiter-Nebenschluß-Generatoren

mit Wendepolwicklung und Spannungsteller (Drosselspule)

Rechtslauf Linkslauf

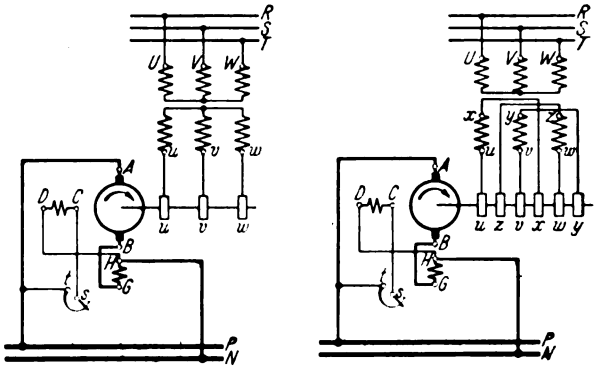


Bezüglich Drehsinn vgl. VDE 0530 § 76

Drehstrom-Gleichstrom-Einankerumformer

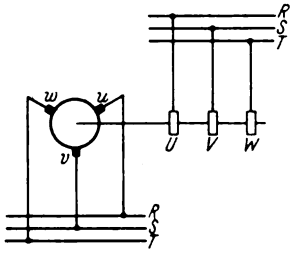
mit Nebenschluß- und Wendepolwicklung und mit Transformatoren

mit 3 Schleifringen Rechtslauf mit 6 Schleifringen Rechtslauf



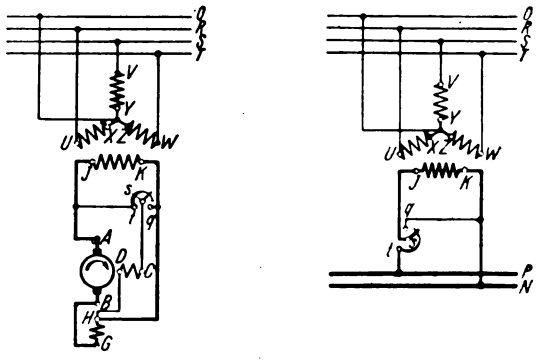
Bezüglich Drehsinn vgl. VDE 0530 § 76

Frequenz-Umformer



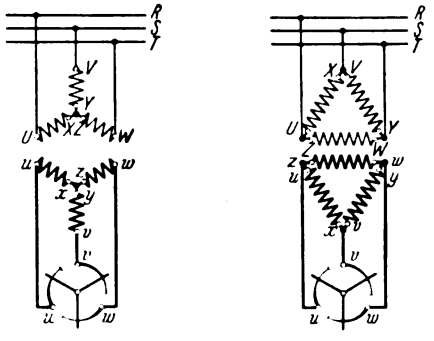
Drehstrom-Synchronmaschinen

mit Sternpunktleiter und Eigenerregung mit Sternpunktleiter und Fremderregung

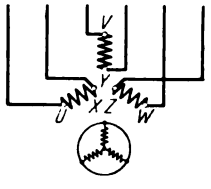


Drehstrom-Asynchronmotoren

Sternschaltung Dreieckschaltung

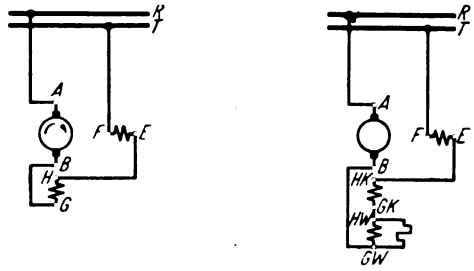


Stern-Dreieckanlauf

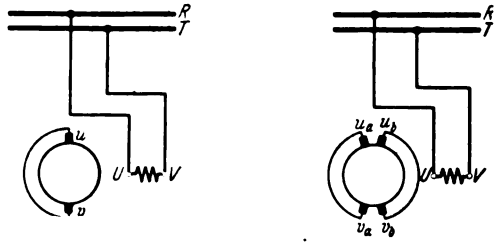


Einphasen-Kommutatormotoren

Hauptstrommotor mit Wendepol- und Kompensationswicklung Hauptstrommotor mit getrennter Wendepol- und Kompensationswicklung



Repulsionsmotor mit Durchmesser-Kurzschluß Repulsionsmotor mit Sehnen-Kurzschluß



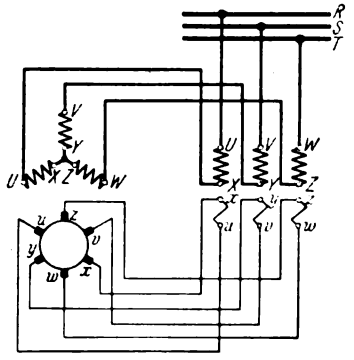
(Fortsetzung S. 783)

Digitized by Google

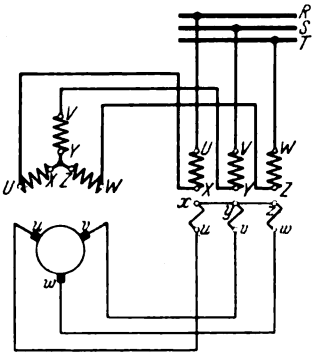
Tafel VI.

Drehstrom-Kommutatormotoren

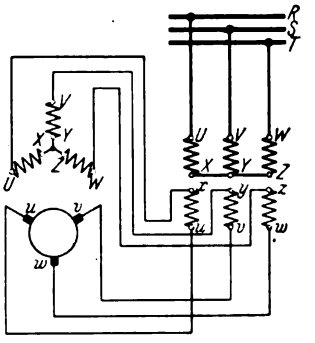
mit Reihenschlußtransformator, Läufer sechsphasig



mit Reihenschlußtransformator, Läufer dreiphasig



mit Leistungstransformator, Läufer dreiphasig

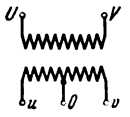


Tafel VII.

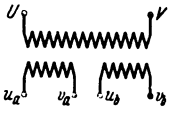
Transformatoren

Einphasentransformatoren

mit herausgeführtem Mittelpunkt

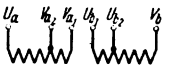


mit geteilter Unterspannungswicklung



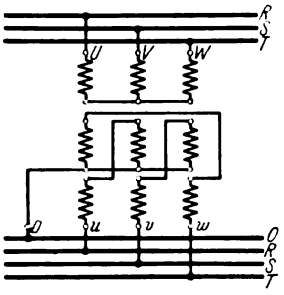
Einphasen-Wicklungen

offen, geteilt, mit Anzapfungen

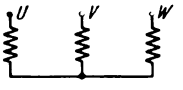


offen, geteilt, mit Schaltspulen in der Mitte

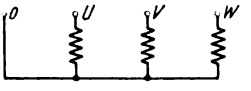
Drehstrom-Transformator, Schaltgruppe C_0 mit herausgeführtem Sternpunkt



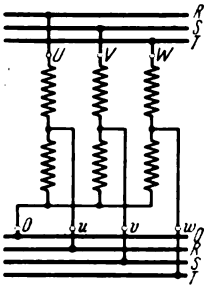
Drehstrom-Wicklung in Sternschaltung



Drehstrom-Wicklung in Sternschaltung mit herausgeführtem Sternpunkt

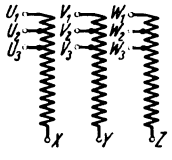


Drehstrom-Transformator in Sparschaltung mit herausgeführtem Sternpunkt

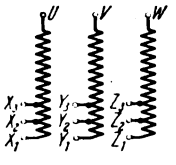


Drehstrom-Wicklungen

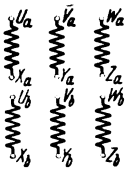
offen, mit Anzapfungen am Anfang



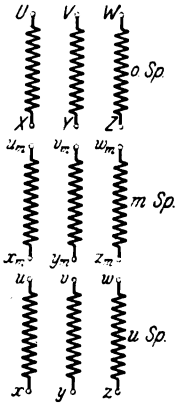
offen, mit Anzapfungen am Ende



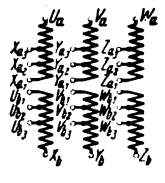
offen, geteilt, ohne Anzapfungen



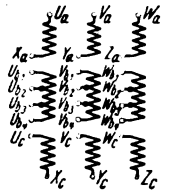
Drehstrom-Transformator mit 3 Wicklungen



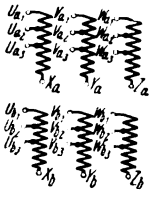
offen, geteilt, Anzapfungen in der Mitte



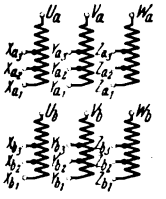
offen, geteilt, Schaltspulen in der Mitte



offen, geteilt, Anzapfungen am Anfang



offen, geteilt, Anzapfungen am Ende

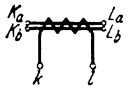


Tafel VIII.

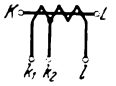
Meßwandler

Stromwandler

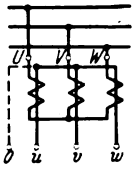
Stromwandler mit geteilter Primärwicklung



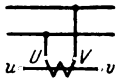
Stromwandler mit Anzapfungen



Drehstrom-Spannungswandler



Einphasen-Spannungswandler



Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Auszeichnungen. — Dem Präsidenten des Reichsforschungsrates, Herrn Gen. d. Artill. Prof. Dr. phil. h. c. Dr.-Ing. Karl Becker, wurde vom Verein deutscher Ingenieure in Anerkennung seiner entscheidenden Verdienste um den hohen Stand der deutschen Waffen die Grashof-Denkmünze verliehen. General Becker hat mit umfassendem Wissen und nie erlahmender Tatkraft die Technik in ihrer ganzen Tiefe und Breite zur Entwicklung der neuen Waffen eingesetzt. Er leistete damit als Ingenieur und Soldat dem Vaterlande wertvollste Dienste.

SCHRIFTTUM.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Génératrices et moteurs à courant continu. Von E. Roth u. J. Bardin. (Collection Armand Colin Nr. 175.) Mit 85 Abb. u. 223 S. im Format 110×170 mm. Verlag A. Colin, Paris 1937.

Lötmittel und Löten. Eine Zusammenstellung von Erfahrungen und Anweisungen über die praktische Lötarbeit. Von E. J. Heynemann. Mit 23 Abb., IV u. 48 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 1,20 RM.

Year-book 1937. The International Broadcast & Sound Engineer. Mit 43 Abb. u. 225 S. im Format 135×180 mm. Verlag I. Davey, London 1937.

Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. 21. Aufl. Nach dem Stande am 1. Januar 1937. Herausgegeben durch die Geschäftstelle des VDE. Mit XVI u. 1414 S. im Format A 5. VDE-Verlag, Berlin 1937. Preis geb. 16,20 RM, für VDE-Mitgl. 14,60 RM.

Instrument transformers. Their theory, characteristics and testing. A theoretical and practical handbook for testrooms and research laboratories. Von B. Hague. Mit 300 Abb., XXIV u. 656 S. im Format 145×220 mm. Verlag Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd., London 1936.

Statistical Year-Book of the World Power Conference 1933 u. 1934. Nr. 1. Herausg. v. Central Office, World Power Conference, London W. C. 2. Bearbeitet von F. Brown. Mit 111 S. im Format 220×285 mm. Bezug für Deutschland durch VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1936. Preis geb. 12,50 RM.

A survey of the present organization of standardization national and international. Herausg. v. Central Office of the World Power Conference, London, W. C. 2. Okt. 1936. Mit VIII u. 55 S. im Format 190×265 mm. Bezug für Deutschland durch VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin. Preis kart. 2,25 RM.

Kerbspannungslehre. Grundlagen für genaue Spannungsrechnung. Von H. Neuber. Mit 106 Abb., VII u. 160 S. im Format 160×240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 15 RM.

The low voltage cathode ray tube and its applications. Von G. Parr. Mit 76 Abb., X u. 177 S. im Format 145×220 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1937. Preis geb. 10s 6d.

Theorie der Wechselstrommaschinen in vektorieller Darstellung. Von Dr. W. Michael. Mit 210 Abb., VIII u. 272 S. im Format 160×240 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1937. Preis geh. 22 RM, geb. 24 RM.

Nikola Tesla. Gedenkbuch anläßlich seines 80. Geburtstages. Herausgeber: Société pour la Fondation de l'Institut Nikola Tesla, Belgrad. Ing. S. Boksan. Mit zahlr. Abb. u. 520 S. im Format B 5. Belgrad 1936. Preis geb. 100 Fr.

Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen. Vorträge von Prof. Dr. M. Czerny, Obering. K. Franz, Prof. Dr.-Ing. F. Lubberger, Prof. Dr. J. Bartels u. Prof. Dr. R. Becker. Veranstaltet durch den Verband Deutscher Elektrotechniker, Gau Berlin-Brandenburg, in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Techn. Hochschule zu Berlin. Herausg. v. Prof. Dr.-Ing. F. Lubberger. Mit 25 Abb. u. 100 S. im Format 165×245 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 8,40 RM.

Berechnung elektrischer Leitungsquerschnitte unter besonderer Berücksichtigung der Ersatzmaterialien für Kupfer. Von F. Weickert. 14. Aufl. Mit 17 Abb., IV u. 60 S. im Format A 5. Dr. Max Jänecke, Verlagsbuchhandlung, Leipzig 1937. Preis kart. 1,20 RM.

[An einer Reihe von durchgerechneten Beispielen für die im Betrieb häufig vorkommenden Fälle behandelt das Buch allgemeinverständlich die Berechnung des Querschnittes elektrischer Leitungen mit Berücksichtigung der Kupferaustauschstoffe.]

Vertragsbestimmungen und Gebührenordnung der Ingenieure in der Fassung vom 6. April 1937. Aufgestellt vom AGO (Ausschuß für die Gebührenordnung der Ingenieure) in Zusammenarb. m. d. Arbeits-Ausschüssen der Fachgr. „Technik" d. RBG 13 „Freie Berufe" d. DAF u. d. NSBDT. Mit 26 S. im Format A 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geh. 1 RM, bei Abnahme von 50 Stück je 0,90 RM, von 100 Stück und mehr 0,80 RM.

[An die Stelle der Gebührenordnung der Ingenieure vom 1. 3. 1932 ist diese neue Gebührenordnung in der Fassung vom 6. 4. 1937 getreten. Sie enthält die bei einem Vertrag zwischen Ingenieur und Auftraggeber sich ergebenden Rechte und Pflichten, den Umfang der Haftung und die Gebührensätze für Ingenieurarbeiten aller Art.]

Die Heizerschule. Vorträge über die Bedienung und die Einrichtung von Dampfkesselanlagen und Niederdruckkesseln. Ein Lehrbuch zur Ablegung der staatlichen Kesselwärterprüfung. Von F. O. Morgner. 6. erneuerte Aufl. Mit 174 Abb., VIII u. 160 S. im Format 155×235 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 4,80 RM.

[Das an dieser Stelle schon mehrfach besprochene Buch, das sich zur Aufgabe gemacht hat, durch gründliche Belehrung des Heizers möglichst sichere und wirtschaftliche Dampferzeugungsanlagen zu erhalten, enthält in seiner sechsten Auflage einige Neuaufnahmen: Ölkessel, Aufbereitung des Speisewassers, selbstgesteuerte Sicherheitsventile, Fernwasserstandszeiger, selbsttätige Feuerungsregler und Dampfmengenregler.]

Deutsche Austausch-Werkstoffe. Von Prof. Dipl.-Ing. H. Bürgel. (2. Heft der Schriftenreihe Ingenieurfortbildung. Herausg. v. Prof. Dipl.-Ing. G. v. Hanffstengel.) Mit 84 Abb., 23 Zahlentafeln, VIII u. 154 S. im Format A 5. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 6,60 RM.

Eingegangene Doktordissertationen.

Sebastian Müller, Oberwellen, Velligkeit und Störspannung gittergesteuerter Gleichrichter unter Berücksichtigung wechselstromseitiger Induktivitäten. T. H. Breslau 1935.

Walter Lutz, Über ein hochempfindliches und trägheitsloses Frequenzmeßgerät. T. H. München 1936.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 30. 7. (Fr), 19^{30}, Physikalisches Institut der T. H. Berlin, Kurfürsten-Allee 20: „Design Trends in American Mobile Receivers". L. M. Clement und F. X. Rettenmeyer. (Vortrag in englischer Sprache).

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Abschluß des Heftes: 9. Juli 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 22. Juli 1937** **Heft 29**

Elektrische Strahlungsheizung.

Von **Wilm Kind**, Berlin.

621. 365. 45 : 644. 1

Übersicht. Die Lehrauffassung der Strahlungsheizung mit ihren physikalischen und physiologischen Grundlagen wird erörtert und die Möglichkeiten für die Ausführung, insbesondere als Deckenheizung, beschrieben.

Die „Raumheizung" dient in den meisten Fällen nicht zur Erwärmung der Räumlichkeiten selbst, sondern es soll dem Menschen ein erträglicher Aufenthalt in den Räumen geschaffen werden. Der menschliche Körper ist aber nicht ein Gegenstand, der erwärmt werden muß, sondern selbst ein Heizkörper mit einer Wärmeabgabe, die bei mäßiger Bewegung und einer Lufttemperatur von etwa 18 ° rd. 100 bis 120 kcal/h beträgt. Diese Wärme wird hauptsächlich abgegeben durch Strahlung, Strömung und Verdunstung. Wird der menschliche Organismus durch die Temperaturverhältnisse seiner Umgebung gezwungen, diese Wärmemenge schneller als in einer Stunde abzugeben, dann empfindet er die Umgebung als kalt, wenn er sie zu langsam abgibt als heiß. Behaglich ist das Empfinden, wenn die Anteile der Wärmeabgabe der Natur des jeweiligen Tätigkeitszustandes entsprechen. Dabei ist für die Behaglichkeit die Gesamtwärmemenge maßgebend. Bei stärkerer Wärmeabgabe durch Strömung muß also eine entsprechende Verminderung der Abgabe durch Strahlung eintreten, wenn die Behaglichkeit nicht darunter leiden soll und umgekehrt. Die Wärmeabgabe des Menschen durch Strömung hängt im wesentlichen von der Temperatur und Strömung der umgebenden Luft ab. Die Wärmestrahlung dagegen wird durch die Oberflächentemperatur der umgebenden Wandungen und der Gegenstände in der Nähe bestimmt.

In schnell aufgeheizten Räumen, z. B. Kirchen, hat man daher auch bei genügend hoher Lufttemperatur noch ein Kältegefühl, weil die Wandungen noch nicht die Temperaturen angenommen haben, die nötig sind, um eine zu starke Wärmeabgabe durch Strahlung zu unterbinden. Ein Aufenthalt im Freien an klaren, windstillen, sonnigen Wintertagen kann auch bei tiefer Außentemperatur sehr angenehm sein, wenn die Zustrahlung durch die Sonne, unterstützt z. B. durch die reflektierte Strahlung der Schneefläche, so stark ist, daß man die bei der kalten Luft erhöhte Wärmeabgabe durch Strömung nicht empfindet. Auch die Tatsache, daß man in gut erwärmten Räumen nach einer gründlichen Lüftung nicht friert, selbst wenn die Luft noch nicht wieder erwärmt ist, findet hiermit ihre Erklärung. Die Wände sind warm geblieben, und dementsprechend ist die Abstrahlung des Körpers gering, er kann daher entsprechend mehr durch Strömung an die frische kühlere Luft abgeben, ohne daß ein Gefühl der Kälte entsteht.

Die Lehrauffassung.

Nach diesen Überlegungen muß es auch möglich sein, dem Menschen ohne Erhöhung der Raumtemperatur einen erträglichen Aufenthalt zu bieten, wenn man ähnliche Verhältnisse schafft, also die Wärmeabgabe des Körpers durch Strahlung vermindert und dadurch die Abgabe einer entsprechend größeren Wärmemenge durch Strömung ermöglicht. Beide Größen lassen sich unter bestimmten Voraussetzungen nach bekannten physikalischen Gesetzen berechnen.

Wärmestrahlen werden nicht nur von glühenden Körpern ausgesandt, wie vielfach angenommen wird, sondern treten auch schon bei niedrigeren Temperaturen auf. Die Bedeutung dieser langwelligen Strahlung wird häufig unterschätzt, trotzdem sie gerade bei der Raumheizung eine große Rolle spielt. Die Strahlung läßt sich berechnen, wenn die Strahlungseigenschaften des strahlenden Körpers, die durch Versuche für die meisten Körper festliegen, bekannt sind.

Für den absolut schwarzen Körper gilt nach dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz:

$$Q = C_s F \left(\frac{T}{100}\right)^4 \qquad (1)$$

dabei bedeuten:

Q ausgestrahlte Wärmemenge in kcal/h,
C_s = 4,96 Strahlungszahl des absolut schwarzen Körpers,
F wirksam strahlende Fläche,
T ablosute Temperatur.

Die Strahlungskonstante der Baustoffe, mit denen wir uns zu beschäftigen haben, liegen erfreulicherweise in der Nähe der Zahl für den absolut schwarzen Körper (siehe Zahlentafel 1). Dabei muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß gerade Gips und Kalk, die bei den kurzwelligen Lichtstrahlen fast das Gegenteil eines absolut schwarzen Körpers darstellen, bei den längeren Wärmestrahlen trotz ihres weißen Aussehens sich fast wie schwarze Körper verhalten. Die Werte für die bei der Flächenheizung wichtigen Temperaturen und Baustoffe sind in den Schaulinien der Abb. 1 enthalten.

Zahlentafel 1. Strahlungszahlen*) (Nichtmetalle).

	C	Temperaturbereich °C
absolut schwarzer Körper	4,96	
Asbestschiefer, rauh	4,26	18···20
Dachpappe	4,52	
Gips	4,48	20
Glas	4,45	
Holz — Eichenholz gehobelt	4,44	18···30
Kalkmörtel, rauh, weiß	4,5	40±250
Papier	4,6	20
Porzellan, glasiert	4,44	18···30
Ziegelstein, rot, rauh	4,61	18···30

*) Nach B. Wrede, Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg.

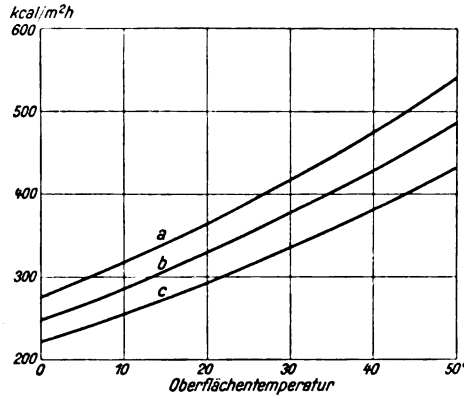
Für den Wärmeaustausch durch Strahlung zwischen gegenüberliegenden Flächen F_A und F_B, und damit haben wir es bei unseren weiteren Betrachtungen zu tun, gilt die von Nüßelt aufgestellte Beziehung:

$$Q = \frac{F_A \left(\frac{T_A}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_B}{100}\right)^4}{\frac{1}{C_A} + \frac{F_A}{F_B}\left(\frac{1}{C_B} - \frac{1}{C_s}\right)} \qquad (2)$$

Digitized by Google

Dabei bezeichnet

Q die durch Strahlung stündlich ausgetauschte Wärmemenge in kcal/h,
F_A, F_B die wirksam strahlenden Flächen in m²,
T_A, T_B deren absolute Temperaturen,
C_A, C_B deren Strahlungskonstante,
C_s die Strahlungskonstante des schwarzen Körpers.



a absolut schwarzer Körper
b 90 % der Strahlung des absolut schwarzen Körpers
c 80 % der Strahlung des absolut schwarzen Körpers

Abb. 1. Wärmestrahlung großer Flächen bei verschiedener Oberflächentemperatur.

Wird die Fläche F_A sehr klein in bezug auf die Fläche F_B, dann wird das zweite Glied des Nenners sehr klein und kann vernachlässigt werden. Wir erhalten dann

$$Q = F_A C_A \left(\frac{T_A}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_B}{100}\right)^4. \qquad (2a)$$

Die Gleichung besagt also, daß der Wärmeaustausch durch Strahlung im wesentlichen proportional der Differenz der 4. Potenz der Körperoberflächentemperaturen und proportional der Fläche ist, und zeigt, daß auch bei niedrigen Temperaturen große Wärmemengen ausgestrahlt werden, wenn die Fläche genügend groß wird.

Der Anteil der Strahlung, welcher auf die verschiedenen Richtungen entfällt, läßt sich nach dem Kosinussatz der Strahlungsintensität berechnen. Beträgt das Gesamtstrahlungsvermögen einer Fläche F, so ist der Strahlungsanteil senkrecht zur Fläche:

$$F_n = \frac{F}{\pi} \text{ in kcal/m}^2\text{/h} \qquad (3)$$

und in einer Richtung mit der Neigung φ gegen die Senkrechte zur Fläche

$$E_{\varphi} = F_n \cos\varphi = \frac{F}{\pi} \cos\varphi. \qquad (4)$$

Der Wärmeübergang durch Strömung (Konvektion) ist eine Funktion der Temperaturdifferenz zwischen dem wärmeabgebenden Körper und der Luft und beträgt

$$W_e = F\,\alpha\,(t_0 - t), \qquad (5)$$

dabei sind

W_e die durch Strömung abgegebene Wärmemenge,
F die Oberfläche des wärmeabgebenden Körpers,
t_0 dessen Oberflächentemperatur,
t die Temperatur der umgebenden Luft,
α die Wärmeübergangskonstante.

Ferner ist es noch nötig, folgende der medizinischen Wissenschaft entnommenen Werte zu kennen.

Der Mensch gibt stündlich etwa 120 kcal ab. Davon entfallen bei sitzender Beschäftigung in behaglich geheizten Räumen etwa 50 kcal/h auf Strahlung, etwa 35 kcal/h auf Strömung, der Rest auf Verdunstung und Atmung.

Die Oberflächentemperatur eines bekleideten Mannes liegt dabei um etwa 25 °. Die Oberfläche eines Durchschnittsmenschen, die für Wärmeabgabe durch Strömung in Frage kommt, beträgt etwa 1,9 m². Die für die Strahlung wirksame Fläche darf nur mit etwa 1,5 m² in Rechnung gesetzt werden, da ein Teil der Gesamtoberfläche, z. B. die Innenflächen der Gliedmaßen, durch ihre gegenseitige Bestrahlung für die Gesamtwärmeabstrahlung wirkungslos werden. Die Strahlungszahl C der bekleideten Körperoberfläche darf mit etwa 4 bis 4,3, d. h. 80 bis 90 % der Strahlungszahl des absolut schwarzen Körpers angesetzt werden.

Die physikalische und physiologische Betrachtung zeigt, daß weniger die Raumtemperatur als solche, vielmehr die Oberflächentemperatur der umgebenden Flächen die Wirkung einer Heizung auf den Menschen bestimmen. Wir können die Oberflächentemperaturen berechnen, welche wir in einem Raum haben müssen, wenn wir uns auch bei niedrigerer Lufttemperatur wohlfühlen wollen.

Da man bei sitzender Beschäftigung im allgemeinen das Bedürfnis nach Heizung fühlt, wenn die Außentemperatur unter 15 ° sinkt, empfiehlt es sich, diese Temperatur zugrunde zu legen und die Strahlungsheizung so zu bemessen, daß bei dieser Raumtemperatur Behaglichkeit herrscht. Dazu ist eine Oberflächentemperatur der umgebenden Flächen erforderlich, die sich aus der Gl. (2) berechnen läßt (Abb. 2). Da aber je nach der Art des Baustoffs, der Wandstärken, der Lage der Flächen usw. eine gleichmäßige Oberflächentemperatur aller Flächen in der Praxis nicht möglich sein wird, müssen wir für die Berechnung einen weiteren Begriff einführen, die mittlere Strahlungstemperatur. Darunter ist eine ideelle Oberflächentemperatur der Umfassungswände zu verstehen, bei der dem „Normalmenschen", der in der Mitte des Raumes gedacht ist, die gleiche Wärmemenge durch Strahlung zugeführt oder entzogen würde wie bei den tatsächlich vorhandenen Temperaturverhältnissen, wo die verschiedenen Wände, Decken und Böden wohl immer verschiedene Temperaturen haben. Die Größe der mittleren Strahlungstemperatur für einen beliebigen Raum ergibt sich

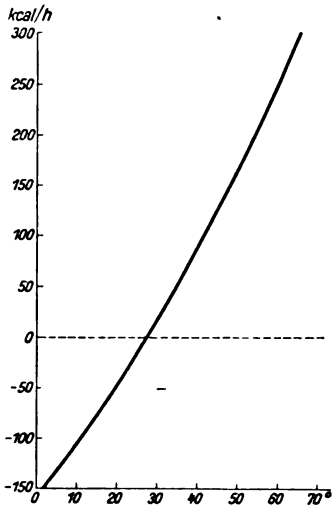


Abb. 2. Wärmeabgabe eines Menschen durch Strahlung bei verschiedener Oberflächentemperatur der umgebenden Flächen. Die Schaulinie ist durch Auswertung der Gl. (2a) gewonnen, wobei die Oberfläche des Menschen mit 1,5 m² und die Strahlungskonstante mit 4 angenommen ist.

aus der von den Wandungen ausgestrahlten mittleren Wärmemenge, bezogen auf die Flächeneinheit. Diese ist:

$$q_m = \frac{\sum f\,q}{\sum f} \text{ in kcal/m}^2\text{/h}, \qquad (6)$$

dabei bedeutet

f die einzelnen Flächen,
q deren abgestrahlte Wärmemenge.

Nun kann aus Gl. (1) oder aus den Schaulinien Abb. 1 die zugehörige mittlere Strahlungstemperatur bestimmt werden.

Aus praktischen Gründen ist es wohl kaum möglich, alle Flächen des Raumes aufzuheizen. Man wird also nur einzelne Flächen oder Teile derselben auswählen und muß nun diese Heizflächengröße und deren Temperatur so festlegen, daß die mittlere Strahlungstemperatur erreicht wird.

Nach Annahme einer mittleren Heizflächentemperatur errechnet sich die Heizfläche durch sinngemäße Abwandlung der Gl. (6). Sie wird

$$f_h = \frac{(q - q_m)\sum f}{q_h - q_m}, \qquad (7)$$

wobei

f_h Heizfläche,
q_h die Wärmestrahlung der Heizfläche,
q_m die mittlere Wärmestrahlung des ungeheizten Raumes,
q die erforderliche mittlere Wärmestrahlung des geheizten Raumes.

Digitized by Google

Hierauf ist zu prüfen, ob die von der Heizfläche abgegebene Wärmemenge die Wärmeverluste des Raumes bei der gewünschten Lufttemperatur deckt, denn sonst würde der Raum immer kälter und damit das angestrebte Verhältnis zwischen Strahlung und Strömung bei der Wärmeabgabe des Menschen wieder gestört. Ist das der Fall, dann müssen wir die Strahlungsheizung durch einige Heizkörper ergänzen, die nur an besonders kalten Tagen in Benutzung genommen werden, oder aber durch besseren Wärmeschutz der Wände, durch Doppelfenster usw. die Wärmeverluste des Raumes herabsetzen. Natürlich kann man auch die Temperatur der Strahlungsheizfläche erhöhen. Das erfordert aber kühlere Raumtemperaturen, die in den milderen Zeiten nicht vorhanden sind und auch in den kälteren Zeiten ohne dauernde Zufuhr frischer Luft nicht gehalten werden können. Mit Erhöhung der Heizflächentemperatur würden wir auch Luftströmungen hervorrufen, die wir gerade vermeiden wollen.

Die ganze Berechnung erscheint auf den ersten Eindruck reichlich umständlich und schwierig. Die ausführliche Ableitung ist aber erforderlich zum Verständnis der Lehrauffassung der Strahlungsheizung. In der Praxis beschränkt sich die Berechnung im wesentlichen auf die Auswertung der Gl. (2) und (7), wobei für die Oberflächentemperaturen der Heizflächen und Wandungen Erfahrungszahlen eingesetzt werden.

Die Ausführung.

Damit kommen wir zum praktischen Teil der Aufgabe, nämlich zur Ausführung der Heizung mit der errechneten Heizleistung. Aus den vorhergegangenen Überlegungen folgt, daß man beim Entwurf einer Strahlungsheizung bestrebt sein muß, die Wärme*strahlung* der Heizflächen auf Kosten der Wärme*strömung* zu steigern und Luftströmungen zu vermeiden, ferner den Umfangsflächen der Räume eine gleichmäßig verteilte, in der Nähe der Lufttemperatur liegende Innenflächentemperatur zu sichern. Die leichte Unterteilbarkeit der Elektrowärme erleichtert dem Elektrotechniker die Ausführung ganz wesentlich. Er bettet einfach der Temperatur und der Heizleistung entsprechend bemessene Widerstandsdrähte in schlangenförmigen Windungen in die zu heizenden Flächen ein. Bei Verwendung von niedergespanntem Strom können blanke Leiter genommen werden. Solche Anordnungen wurden vor einigen Jahren vielfach für Heizungen von Stein- und Betonfußböden vorgesehen, wobei die Heizdrähte meist in einer Sandschicht unter dem eigentlichen Bodenbelag verlegt wurden. Der Transformator sowie die hohen Querschnitte, die bei Kleinspannung für die Zu- und Verteilungsleitungen erforderlich wurden, erwiesen sich aber häufig als störend. Man ging dann dazu über, Widerstandsdrähte, auf welche in gewissen Abständen Isolierrollen aufgeschoben waren, in Röhren einzuziehen, welche in die Flächen gelegt wurden; diese Widerstandsdrähte wurden dann an die Gebrauchsspannung angeschlossen.

In den letzten Jahren nimmt man für diesen Zweck Heizkabel. Unter Heizkabel versteht man Widerstandsdrähte, die mit einer wärmebeständigen Isolierung und einer metallischen Schutzhülle ausgerüstet sind. Als Schutzhülle dient je nach Art der Verwendung ein Bleimantel, ein gefalzter Blechmantel bzw. beides oder auch ein Bleimantel mit Bewehrung. Als wärmebeständige Isolierung wird Asbest mit geeigneten Tränkmassen verwendet. Diese Kabel lassen jedoch nur eine verhältnismäßig geringe Belastung bis zu etwa 30 W/m zu. Für größere Belastungen bis etwa 80 W/m gibt es sog. Hochleistungsheizkabel, bei denen die Isolation aus Glasperlen besteht. Diese Kabel sind hauptsächlich für unsere Zwecke geeignet. Bei den Asbestkabeln erfordert die geringe Belastungsmöglichkeit zu viele Heizkabelwindungen. Die Heizkabel können unmittelbar eingeputzt werden, wenn das Putzverfahren keine mechanische Beanspruchung des Kabels mit sich bringt.

Außer den Heizkabeln gibt es noch verschiedene großflächige Plattenheizkörper, die in der Regel eine Heizleistung von etwa 200 bis 400 W/m² haben. Am bekanntesten und in der Praxis bewährt sind wohl Sperrholzplatten mit einem eingepreßten Heizkörper.

Eine gleichmäßige Verteilung der Heizleistung auf alle Flächen — an sich die erstrebenswerteste Lösung — verbieten die hohen Kosten einer solchen Anlage. Man muß sich darauf beschränken, nur einen Teil der Flächen zu heizen und steht nun vor der Entscheidung, dafür den *Boden*, die *Wandungen* oder die *Decke* auszuwählen.

Bodenheizung.

Aus der Vorstellung heraus, daß die Wärme nach oben steigt, ist man geneigt, der *Bodenheizung* den Vorzug zu geben, und tatsächlich hat man sich auch zuerst mit der Bodenheizung beschäftigt. Zweifellos ergibt eine Bodenheizung eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Raum. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß die Fußbodentemperatur 25 ° C möglichst nicht überschreiten darf, und daß höhere Temperaturen für die Füße lästig werden, besonders wenn die Benutzer des Raumes dauernd stehen und gehen. In Wohnräumen erschweren dazu noch die Einrichtungsgegenstände, vor allem Teppiche, die Wärmeabgabe des geheizten Bodens. Man wendet die Fußbodenheizung daher meist nur bei kalten Stein- und Fliesenfußböden in Räumen mit wenig Einrichtungsgegenständen, wie Kirchen, Bäder, Geschäftshallen, Schaltwarten usw., an und legt auch da nur so viel Heizleistung in den Boden, wie dem Wärmedurchgang der Bodenfläche entspricht, d. h. man ersetzt die Wärmeverluste des Bodens, um zu verhindern, daß derselbe kälter wird als die Raumtemperatur. Nur in Ausnahmefällen wird es möglich sein, die gesamte erforderliche Heizleistung in den Boden zu legen, ohne die Bodentemperatur zu hoch zu treiben. Der Aufbau eines geheizten Bodens muß sich nach den baulichen Verhältnissen richten.

Wandheizung.

In Räumen, die mehr für einen Daueraufenhalt bestimmt sind oder bei denen Wert auf einen wohnlichen Eindruck gelegt werden soll, sind meist die Wandungen als Heizflächen vorzuziehen. Wohl werden vielfach auch die Wände mit Einrichtungsgegenständen verstellt sein, so daß die Flächen hinter denselben für den Einbau einer Heizung nicht genommen werden können. Auch über Kopfhöhe ist die Heizung der Wandflächen nur in Räumen zu empfehlen, die nicht zu klein sind. Sonst treffen zu wenig unmittelbare Wärmestrahlen auf den Körper auf. Dafür kann aber mit den Oberflächentemperaturen etwas höher gegangen werden als beim Fußboden, und man erhält damit kleinere Heizflächen, für welche die freien Wandflächen vielleicht ausreichen. Die Temperaturgrenze für Wandheizungen dürfte bei etwa 40 ° liegen. Mit höheren Temperaturen tritt eine Erwärmung und damit eine Bewegung der Luft ein, und man erreicht Wirkungen, die mehr einer Konvektionsheizung entsprechen als einer Strahlungsheizung. Als Heizkörper für Wandheizung verwendet man am zweckmäßigsten auch wieder Heizkabel.

Deckenheizung.

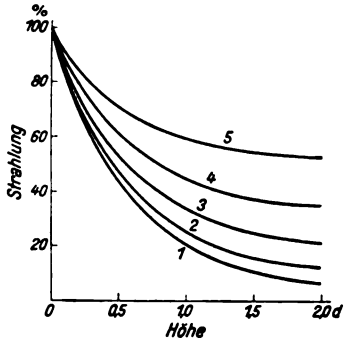
Am wenigsten behindert ist man, wenn man die Decke als Heizfläche benutzt. Das Vorurteil, daß die Wärme nach oben steigt, haben die vorausgegangenen Überlegungen schon beseitigt; nur warme Luft steigt auf, die Wärmestrahlung breitet sich aber geradlinig nach allen Richtungen aus, pflanzt sich also von der Deckenfläche entsprechend dem Lambertschen Kosinusgesetz überwiegend nach unten fort. Der Anteil der Strahlung, der die Wände trifft, wird z. T. reflektiert, zum größten Teil jedoch absorbiert, wobei die absorbierende Fläche selbst erwärmt und damit auch zum Strahler wird. Da

Digitized by Google

die Luft für die Wärmestrahler fast vollkommen durchlässig ist, trifft ein erheblicher Teil der von der Decke ausgehenden und von den Wänden reflektierten Strahlung den Boden, der meist eine stark absorbierende Beschaffenheit besitzt und sich daher recht bemerkbar erwärmt.

Die absolute Höhe des Raumes spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle. Wichtig ist aber das Verhältnis von Höhe des Raumes zum Durchmesser, da dieses Verhältnis den Anteil der von den Wänden reflektierten und absorbierten Strahlen bestimmt.

Diese Abhängigkeit lassen die Schaulinien in Abb. 3 erkennen, die experimentell gewonnen sind. Die Versuche wurden zwar mit Lichtstrahlen durchgeführt, sind aber ohne weiteres auf die Wärmestrahlung übertragbar, wenn man die von den Wänden absorbierte Strahlung, welche als Wärme wieder auftritt, vernachlässigt. In einem Raum von 3 m Höhe bei einem mittleren Durchmesser von etwa 6 m trifft fast die Hälfte der ausgesandten Leistung auf dem Boden auf, wenn die Wände etwa 20 % der auftreffenden Strahlung reflektieren. In Wirklichkeit liegen die Werte noch günstiger, da die durch die Absorption erwärmten Wände selbst noch strahlen.



1 absolut schwarzer Körper
2 20 % Rückstrahlung
3 40 % „
4 60 % „
5 80 % „

Abb. 3. Die auf die Bodenfläche auftreffende Strahlung bei verschiedenem Rückstrahlungsvermögen der Wände in Abhängigkeit von Höhe und Durchmesser des Raumes.

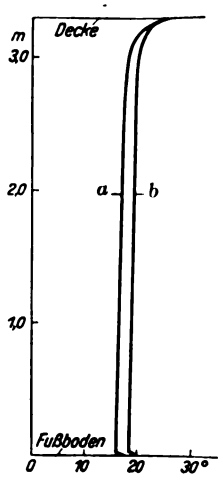
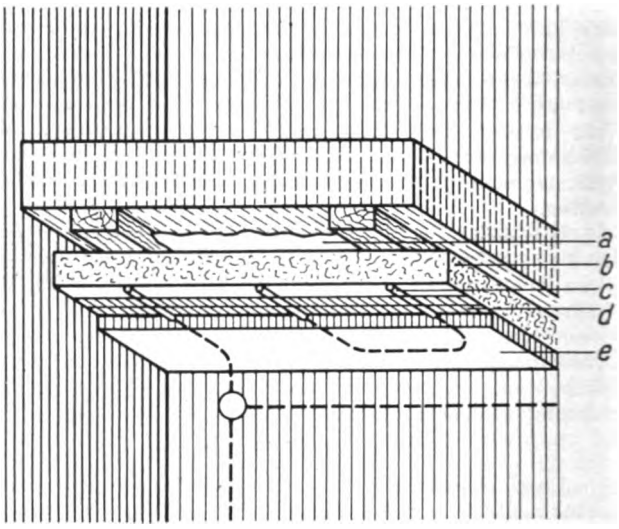


Abb. 4. Temperaturverteilung in einem Raum mit Deckenheizung, *a*) bei 16° Lufttemperatur, *b*) bei 20° Lufttemperatur in Kopfhöhe.

Die diffuse Strahlung der Decke, unterstützt durch die reflektierten Strahlen der Wände und des Bodens, ergibt eine Temperaturverteilung im Raume, die überraschend gleichmäßig ist und der Temperaturverteilung bei einer Bodenheizung kaum nachsteht. Abb. 4 zeigt das Ergebnis von Messungen in der Mittelachse eines von der Decke aus geheizten Raumes. Diese Gleichmäßigkeit finden wir fast an allen Stellen, nur in der Nähe der Fenster wird sie durch die Wärmeverluste des Glases etwas gestört. Der der Decke zunächst liegende Teil der Luft zeigt eine höhere Temperatur, weil eine Schichtung der Luft nicht ganz zu vermeiden ist. Deutlich erkennbar ist aber auch die höhere Temperatur des Bodens durch die absorbierten Strahlen. Der nicht unterkellerte Raum hatte in diesem Falle einen Betonboden mit einem dunklen matten Linoleumbelag.

Die diffuse Strahlung der Deckenheizung hat gegenüber jeder anderen Anordnung den Vorteil, daß sie wie eine diffus leuchtende Decke kaum Schatten wirft; Einrichtungsgegenstände vermindern daher die Strahlungswirkung wenig, und die Personen im Raum werden von allen Seiten angestrahlt, wenn sie nicht gerade sehr nahe an einer Wand oder am Fenster sitzen. Wo sich das nicht vermeiden läßt, ergänzt man die Deckenheizung durch Heizung derjenigen Wandflächen, die etwa störend auf die Behaglichkeit wirken könnten.

Für die Deckenheizung wird die Decke zweckmäßig mit Leichtbauplatten aus versteinerter Holzwolle belegt, Abb. 5 u. 6. Auf diese Platten wird das Heizkabel in einzelnen Windungen wie bei der Wandheizung angeheftet, mit einem Drahtnetz als Putzträger bespannt, und dann wird der Verputz in üblicher Weise aufgetragen. Bei



a Alfolschicht *b* Leichtbauplatten *c* Heizkabel *d* Drahtnetz *e* Putzschicht

Abb. 5. Aufbau einer elektrisch geheizten Decke.

einer Decke mit Balken als Trägern ergibt sich auf diese Weise schon von allein ein recht wirksamer Wärmeschutz nach oben durch die Dämmplatten und dann durch den Luftraum zwischen den Platten und den Deckensparren. Die Wirkung kann durch eine Alfolschicht in diesem Luftraum noch verbessert werden.

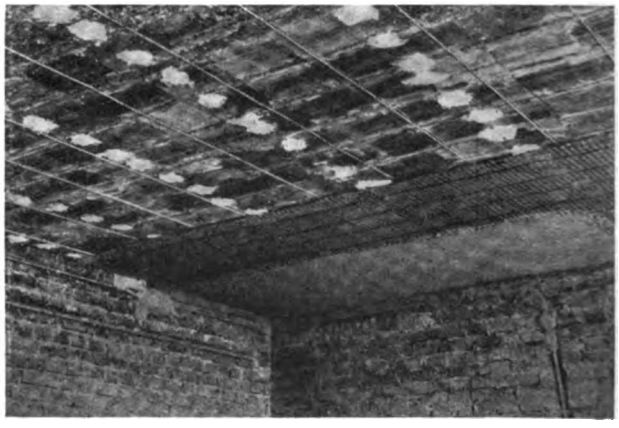


Abb. 6. Elektrisch geheizte Decke während des Baues.

Bei den klimatischen Verhältnissen, mit denen wir in Deutschland rechnen müssen, wird es nicht immer möglich sein, die gesamte Heizleistung in der Decke unterzubringen, ohne deren Temperatur zu sehr zu erhöhen. Dies gilt besonders für Räume mit vielen Fenstern oder großen Außenwandflächen. Gerade die Fenster haben — auch bei Doppelfenstern — bei niedrigen Außentemperaturen eine recht geringe Oberflächentemperatur und werden auch durch Anstrahlung nicht wesentlich wärmer. Der in der Nähe sitzende Mensch strahlt deshalb Wärme

Digitized by Google

nach dem Fenster hin stärker ab und empfindet das Fenster als kalt. Es ist deshalb in solchen Fällen zweckmäßig, unter den Fenstern zusätzliche Heizflächen anzubringen, die nur an besonders kalten Tagen in Betrieb genommen werden. Die Anpassung der Strahlungsheizung an die jeweilige Außentemperatur erfolgt durch Ab- und Zuschalten einzelner Heizkabelstränge oder einzelner Heizplatten, die man beim Anschluß auf verschiedene Stromkreise unterteilt. Auch eine selbsttätige Regelung ist möglich. Allerdings sprechen unsere üblichen Temperaturregler nur auf die Lufttemperatur, nicht aber auf die Strahlungstemperatur an. Da die Strahlungstemperatur aber höher liegt als die Lufttemperatur, schaltet ein auf die bei Strahlungsheizung zweckmäßige Lufttemperatur eingestellter Regler zu früh ab, damit hört aber die Strahlung auf, und dann ist die Lufttemperatur für einen behaglichen Aufenthalt zu niedrig. Nun tritt allerdings der Übergang nicht kraß in Erscheinung, weil unsere Heizungen alle ein gewisses

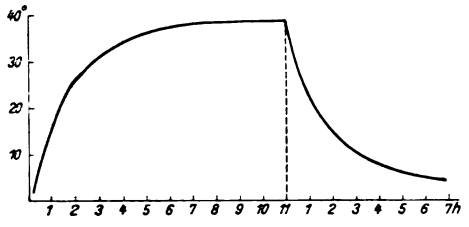


Abb. 7. Temperaturverlauf an der Oberfläche einer mit eingelegten Heizkabeln geheizten Decke.

Wärmespeicherungsvermögen haben, also nach dem Abschalten noch nachheizen, so daß die Strahlung nur allmählich nachläßt. In dieser Zeit kühlt sich auch die Luft wieder ab, so daß der Regler wieder einschaltet. Auf jeden Fall ist damit einem unnötigen Stromverbrauch vorgebeugt. Für eine wirklich zweckentsprechende Regelung fehlt aber noch der Regler, der ähnlich wie der Mensch empfindet und das richtige Verhältnis zwischen Luft- und Strahlungstemperatur einstellt.

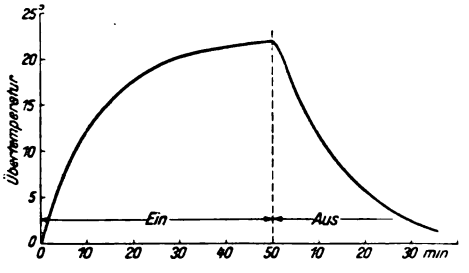


Abb. 8. Temperaturverlauf an der Oberfläche einer elektrisch geheizten Sperrholzplatte.

Leider ist das Wärmespeichervermögen der Strahlungsheizungen nicht so groß, daß man damit an eine Verwendung nur von Nachtstrom denken kann. Eine Ausnahme machen Steinfußböden mit einer genügend starken Betonschicht. Hier ist es tatsächlich möglich, mit Nachtstrom zu arbeiten, wenn man die Temperaturschwankungen mit in Kauf nimmt, was, z. B. bei Heizung von Kirchen, Schaltwarten, Tankstellen, Garagen usw., unbedenklich ist.

Zwar ist es auch möglich, einer Deckenheizung eine entsprechende Wärmekapazität zu geben, jedoch würde das den Einbau zu großer Massen in die Decke erforderlich machen, dem die Deckenkonstruktion nicht immer gewachsen sein dürfte. Bei üblicher Ausführung wird man mit Aufheiz- und Abkühlzeiten rechnen dürfen, wie sie etwa in der Schaulinie Abb. 7 gezeigt sind, die an einer ausgeführten Anlage aufgenommen wurde. Noch geringer ist das Wärmespeichervermögen bei Sperrholz-Heizplatten. Messungen an einer mit etwa 5 cm Abstand an einer Wand angebauten Platte ergaben einen mittleren Verlauf etwa nach Abb. 8. Die geringe Wärmespeicherung hat dafür den Vorteil der schnellen Betriebsbereitschaft.

Die Heizung durch die Wärmestrahlung großer Flächen mit verhältnismäßig geringen Oberflächentemperaturen, vor allem aber die Deckenheizung, ist besonders in England, aber auch einigen anderen Ländern mit milderem Klima schon seit einigen Jahren als Paneelheizung bekannt und sehr verbreitet. Allerdings handelt es sich meistens um Anlagen mit Warmwasserheizung, bei denen Rohrschlangen in die Wandungen und Decken verlegt sind. Doch ist auch eine Anzahl elektrischer Heizungsanlagen dieser Art bekannt, darunter auch einige in Deutschland, die sich bis jetzt vorzüglich bewährt haben.

Zusammenfassung.

Auf Grund der bisher vorliegenden Erfahrungen und Beobachtungen können der Strahlungsheizung folgende Vorzüge zugesprochen werden:

1. Bei einer Strahlungsheizung herrscht eine sehr gleichmäßige Temperatur im geheizten Raum, wie sie bei einer Konvektionsheizung nie möglich ist. Denn für diese sind größere Temperaturunterschiede überhaupt Voraussetzung.

2. Der Raum wird durch Heizkörper nicht beengt; die in die Wandungen oder Decken eingelegte Heizung ist nicht sichtbar.

3. Der Aufenthalt in einem strahlungsgeheizten Raum ist zweifellos für die meisten Menschen, da die Raumtemperatur kühler gehalten werden kann, angenehmer als ein Aufenthalt in einem Raum, der mit irgendeinem Heizkörper in althergebrachter Weise auf etwa 20 ° Lufttemperatur gebracht werden muß.

4. Neben den üblichen Annehmlichkeiten jeder elektrischen Heizung, wie leichte Regelbarkeit, einfache Bedienung, Sauberkeit, hat die elektrische Strahlungsheizung noch den besonderen Vorteil, daß sie sehr rasch wirkt, sobald die Wandungen die vorgesehenen Temperaturen erreicht haben. Infolgedessen werden keine langen Anheizzeiten benötigt.

5. Besonders hervorzuheben ist der kleinere Wärmeaufwand für Strahlungsheizungen. Es sind nämlich die Wärmeverluste kleiner als bei einer anderen Heizung, weil die Luftbewegung im strahlungsgeheizten Raum sehr gering ist, weil keine langen Anheizzeiten erforderlich sind und weil die Strahlungsheizung im allgemeinen mit niedrigeren Raumtemperaturen arbeitet. Die Verluste je Heizzeit sind aber im Verhältnis etwa gleich dem Unterschied zwischen der Raumluft und der mittleren Wintertemperatur. Als wünschenswerte Raumtemperatur bei Konvektionsheizungen sieht man in Deutschland im allgemeinen 20 ° an, während bei Strahlungsheizung schon etwa 15 ° erträglich sind. Die mittleren Wintertemperaturen, mit denen wir in Deutschland von November bis einschließlich April rechnen müssen, betragen etwa 5 °. Wir haben also bei Konvektionsheizung einen mittleren Temperaturunterschied zwischen Raum- und Außenluft von etwa 15 ° gegenüber nur etwa 10 ° bei Strahlungsheizung. Das ergibt rechnerisch eine Wärmeersparnis von etwa 30 %. Die Beobachtungen an ausgeführten Anlagen bestätigen diese Zahlen.

Diese Vorteile der Strahlungsheizung fallen bei einer elektrischen Heizung um so stärker ins Gewicht, weil die elektrische Anlage selbst verhältnismäßig einfach und billig hergestellt werden kann, vor allem, wenn sie gleich beim Neubau berücksichtigt wird.

Digitized by Google

Technischer Stand der Metalldampflampen für Allgemeinbeleuchtung.

Von K. Larché und M. Reger, Berlin.

(Schluß von S. 763.)

621. 327. 3 / . 44

Quecksilberhochdrucklampen.

Schon vor etwa 30 Jahren konnten Küch und Retschinsky[11]) zeigen, daß die Lichtausbeute der Entladung im Quecksilberdampf beim Übergang vom Niederdruck (einige Torr) zu Dampfdrucken von einer und mehr Atmosphären von etwa 25 Hlm/W auf über 40 Hlm/W steigt. Die ersten Versuche, diese hohe Ausbeute für Beleuchtungszwecke auszunutzen, scheiterten jedoch aus verschiedenen Gründen. Erst die vor einigen Jahren in den verschiedenen Ländern in großem Maßstab wieder aufgenommene Entwicklung[12]) führte unter Benutzung von Oxydelektroden[13]) und eines geeigneten Hartglases für den Entladungskolben zu einer technisch brauchbaren Lampe.

Die Hochdruckentladung im Quecksilberdampf unterscheidet sich in verschiedener Hinsicht von der Niederdruckentladung im Natriumdampf. Einmal ist das Spektrum der Hg-Hochdruckentladung im sichtbaren Gebiet nicht monochromatisch, sondern besteht aus vier starken Liniengruppen im gelben, grünen, blauen und violetten Spektralgebiet und einer schwachen im roten, es fehlt also im Vergleich zum Tageslicht im wesentlichen nur Rot. Dann ist bei gleicher Stromstärke die Feldstärke beim Hg-Hochdruckbogen sehr viel größer als beim Natrium-Niederdruckbogen (etwa 10 V/cm bei 1 at). Der Hg-Hochdruckbrenner kann daher bei gleicher und größerer Wattaufnahme beträchtlich kürzer gemacht werden als das Natriumrohr, so daß ohne besondere Umstände eine gedrungene, handliche Gestalt der HgH-Lampen erreicht wird. Dazu kommt, daß infolge des dadurch kleineren Elektrodenabstandes und einer Gasfüllung, die sich durch eine niedrige Zündspannung auszeichnet (Edelgas von einigen Torr gemischt mit Hg-Dampf von etwa 10^{-3} Torr), mit verhältnismäßig einfachen Mitteln eine einwandfreie Zündung an einer Netzspannung von 220 V erreicht werden kann. Daher ist schon bei den ersten in Deutschland, England, Holland und den V. S. Amerika auf den Markt gebrachten Hg-Hochdrucklampen der Aufbau des Brenners so gestaltet gewesen, daß man ihn in der Folgezeit nicht zu ändern brauchte und ihn auch bei weiteren neuentwickelten Lampen im wesentlichen beibehalten hat. Dieser Aufbau ist in Abb. 3 schematisch dargestellt. Zwei durch den Bogenstrom aufgeheizte Oxydelektroden E_1 und E_2 sind in einem Abstand, der das 3 bis 6fache des Rohrdurchmessers beträgt, in einem Entladungskolben aus Hartglas zusammen mit einer Zündelektrode Z eingeschmolzen. Die Zündelektrode ist in der Nähe der einen Hauptelektrode angebracht und über einen Widerstand W von einigen tausend Ohm mit der anderen Elektrode verbunden. Die beim Einschalten zwischen Zündelektrode und benachbarter Elektrode entstehende Glimmentladung ionisiert die Hauptentladungsstrecke und leitet so die Zündung der Lampe ein. Der Zündwiderstand wird im Außenkolben oder im Sockel untergebracht; es sind also nur zwei Zuführungen nötig, so daß die Lampen mit üblichen Schraubsockeln versehen und in allen für Glühlampen gebauten Leuchten benutzt werden können. Die Lampen sind für den Betrieb an Wechselspannung von 220 V unter Vorschaltung einer Drossel vorgesehen. Nach der Zündung vergehen einige Minuten, bis sich der Endwert des Dampfdruckes eingestellt hat.

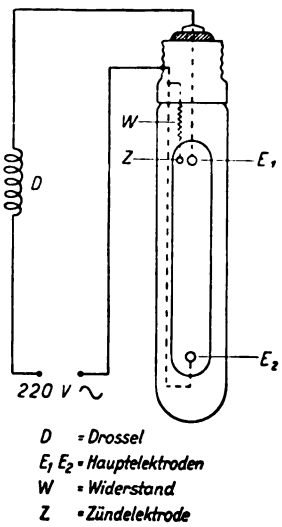


Abb. 3. Der Aufbau und die Schaltung der Quecksilber-Hochdrucklampen für Beleuchtungszwecke.

Die erste Hg-Hochdrucklampe dieser Art wurde zum ersten Male im Jahre 1931 in Deutschland in der Öffentlichkeit vorgeführt[14]). Bald darauf war eine Reihe von Lampen auch im Handel zu haben, ihre Daten sind in Zahlentafel 1 angegeben. In England kam im Jahre 1932 die 400 W-Lampe auf den Markt[15]). Sie wurde dem englischen Geschmack entsprechend vorzugsweise in einer besonders dafür entworfenen geschlossenen Laterne („the Watford Road Unit") betrieben. In Deutschland kamen Ende 1933 (etwas später als in England infolge des hemmenden Einflusses der vorhergegangenen wirtschaftlichen Krise) gleich drei Lampen zum Verkauf mit 250, 500 und 1000 W Rohrleistung[16]). Die Entwicklung in Holland schloß sich im wesentlichen der in Deutschland und England an, so daß hier drei Lampen (die 1000 W-Lampe nicht) hergestellt wurden[17]). In den V. S. Amerika folgte man den Engländern und brachte ebenfalls eine 400 W-Lampe heraus[18]). Auch hierfür wurde eine besondere geschlossene Leuchte entwickelt.

Zahlentafel 1. Übersicht über die ersten 1934 auf dem Markt befindlichen Hg-Hochdrucklampen für Beleuchtungszwecke.

Herstellungsland	Art	Leistungsaufnahme am Rohr W	Leistungsaufnahme einschl. Drossel W	Lichtstrom Hlm	Lichtausbeute ab Netz Hlm/W
1. Deutschland . .	HgH 1000	250	275	10 000	36,5
2. „	HgH 2000	500	550	20 000	36,5
3. „	HgH 5000	1000	1100	50 000	45,5
4. England . . .	400 W	400	420	int. lm 16 000	int. lm W 38,0
5. Holland . . .	HO wie unter 1, 2, u. 4.				
6. V. S. Amerika .	H — 1	400	425	14 000	33,0

Daß bei diesen ersten Lampen die Leistungsaufnahmen verhältnismäßig sehr hoch gewählt worden sind (250 bis 1000 W), liegt in dem Verhalten der Lichtausbeute der Hg-Hochdruckentladung bei Dampfdruck- und Stromstärkeänderung begründet, die sowohl mit wachsendem Dampfdruck als auch mit größerer Stromstärke, d. h. mit steigender Leistungsaufnahme stark ansteigt (vgl. Abb. 4)[19]). Eine hohe Lichtausbeute war aber nötig, um die nicht geringen Anschaffungskosten für diese Lampen tragbar zu machen. Die neuen Lampen mit Lichtströmen zwischen 10 000 und 50 000 Hlm haben in größerem Um-

[11]) R. Küch u. T. Retschinsky, Ann. Phys., Lpz. 20 (1906) S. 563.
[12]) H. Ewest, VDE-Fachber. 8 (1936) S. 115.
[13]) M. Pirani, ETZ 51 (1930) S. 889.
[14]) Erste Straßenbeleuchtungs-Anlage in der Ehrenbergstraße, Berlin, mit 1000 W-Lampen im September 1931.
[15]) C. C. Patterson, Illum. Engng.-Soc. Lond., 8. Nov. 1932.
[16]) H. Krefft u. E. Summerer, Licht 4 (1934) S. 1.
[17]) G. B. van der Werfhorst, Trans. electrochem. Soc. 65 (1934) S. 335.
[18]) R. D. Mailey, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1447.
[19]) W. Elenbaas, Physica, Haag 1 (1934) S. 673; H. Krefft, Techn.-Wiss. Abh. Osram 4 (1936) S. 33; H. Krefft, K. Larché, F. Rössler, Z. techn. Phys. 17 (1936) S. 374.

Digitized by Google

fange natürlich nur dort Verwendung gefunden, wo solch hohe Lichtströme verlangt werden und der oben erwähnte Mangel an Rotstrahlung nicht allzu störend wirkt, z. B. zur Beleuchtung von Straßen, großen Fabrikhallen, zur

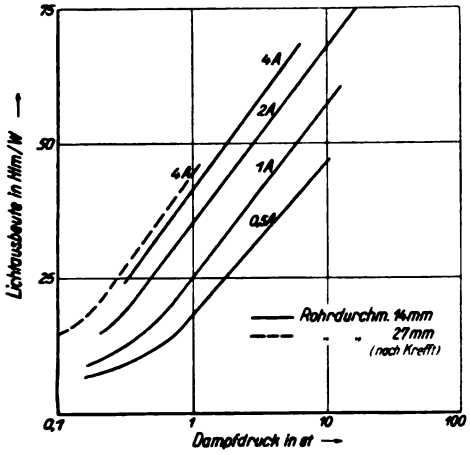


Abb. 4. Die Lichtausbeute der Hochdruckentladung in Quecksilberdampf in Abhängigkeit vom Dampfdruck bei verschiedenen Stromstärken.

druckes steigt aber durch die dabei notwendige Verkleinerung der Brennerabmessungen (geringerer Elektrodenabstand wegen des erhöhten Gradienten und kleinerer Durchmesser zur besseren Führung des Bogens) die Oberflächenbelastung des Entladungskörpers schnell an. Der Dampfdruckerhöhung wird daher bald eine Grenze gesetzt durch das Überschreiten der thermischen Widerstandsfähigkeit des für den Entladungskolben verwendeten Werkstoffes. Es hat sich gezeigt, daß die Grenze bei Hartglaslampen schon bald oberhalb 1 at erreicht wird. Durch Verwendung eines neuentwickelten, besonders harten Glases (Erweichungstemperatur etwa 800 ° C) und bei geeigneter Formgebung des Entladungskolbens, der bei Verkleinerung außerdem druckfester wird, ist es in Deutschland gelungen, eine 140 W-Lampe mit 2 at, eine 90 W-Lampe sogar mit 3 at sicher zu betreiben[20]). Infolge des erhöhten Dampfdruckes liegt bei einem Lichtstrom von 5500 bzw. 3300 Hlm die Lichtausbeute mit 39 und 37 Hlm/W am Rohr und 37 bzw. 33 Hlm/W ab Netz verhältnismäßig hoch (s. Zahlentafel 2). Diese beiden Lampen sind in Deutschland im Jahre 1936 auf den Markt gekommen[21]), in England und in Holland wird nur die größere hergestellt. Die verkleinerten Abmessungen der

Zahlentafel 2. Übersicht über die bei Beginn des Jahres 1937 auf dem Markt befindlichen Quecksilber-Hochdrucklampen für Beleuchtungszwecke.

Herstellungsland	Muster	Leistungsaufnahme am Rohr W	Leistungsaufnahme mit Vorschaltgerät W	Lichtstrom Hlm	Lichtausbeute Hlm/W	Betriebsspannung V	Bemerkung
1 Deutschland	HgH 300	90	100	3 300	33	220	
1a „	HgHQ 300	75	83	3 300	40	220	m. Quarzentladungsrohr
2 „	HgH 500	140	150	5 500	37	220	
2a „	HgHQ 500	120	130	5 500	42	220	m. Quarzentladungsrohr
3 „	HgH 1000	265	280	11 000	39	220	
4 „	HgH 2000	450	475	22 000	46	220	
5 „	HgH 5000	1000	1050	55 000	52	220	
				int. lm	int. lm/W		
6 England	80 HP	80	90	3 000	33	220	m. Quarzentladungsrohr
7 „	150 H	150	165	4 800	29	220	
7a „	125 HP	125	135	5 000	37	220	m. Quarzentladungsrohr
8 „	250 H	250	270	9 000	33	220	
8a „	250 H	250	270	8 000	30	110*)	
9 „	400 H	400	425	18 000	42	220	
9a „	400 H	400	425	16 000	38	110*)	
10 „	650 H	650	680	32 500	48	220	
11 „	400 W	400	425	14 800	35	220	m. Cd-Zusatz
12 „	„Dual"	500	500	12 500	25	220	m. Glühwendel
13···21 Holland	HO	wie unter 2···4, 6···8, 9					
22 „	HP	75	90	3 000	33	410	m. Quarzentladungsrohr
22a „	HP	75	84	3 000	36	220	m. Quarzentladungsrohr
23 V. S. Amerika		85	100	2 975	30	410	m. Quarzentladungsrohr
24 „	H—2	250	280	7 500	27	220	
25 „	H—1	400	425	16 000	38	220	
26 „	H—1	400	425	16 000	38	110*)	

*) Für die in England und in den V. S. Amerika noch sehr verbreitete 110 V-Netzspannung werden in diesen Ländern Quecksilber-Hochdrucklampen für 110 V hergestellt, um den für die üblichen 220 V-Lampen sonst benötigten Streufeld-Umspanner zu vermeiden. Bei den englischen Lampen werden zur Einleitung der Zündung die Elektroden durch Stromdurchgang bei kurzgeschlossenem Entladungsrohr eine kurze Zeit aufgeheizt und dann der Kurzschluß durch Öffnen des als Bimetallschalter ausgebildeten Kurzschlußschalters aufgehoben.

Anleuchtung großer Reklameflächen usw. Um nun noch weitere Anwendungsgebiete mit Bedarf an Lichtquellen geringeren Lichtstromes, insbesondere die Innenraumbeleuchtung für die Hg-Hochdrucklampen zu erschließen, ging die Entwicklungsarbeit nach Erscheinen der ersten Lampen hauptsächlich auf folgendes hinaus:

1. Einerseits weitere kleinere Leistungseinheiten mit möglichst unverminderter Lichtausbeute zu schaffen.

2. Anderseits die für die Innenraumbeleuchtung nicht ausreichende Rotstrahlung des Hg-Hochdruckbogens zu vermehren.

Zu 1. Was die Schaffung kleinerer Einheiten hoher Lichtausbeute betrifft, so kann man die dabei auftretende Schwierigkeit aus dem in Abb. 4 dargestellten Verlauf der Lichtausbeute der Hg-Hochdruckentladung in Abhängigkeit vom Druck und von der Stromstärke leicht ablesen. Man sieht, daß die Lichtausbeute mit der beim Übergang zu kleineren Leistungen praktisch nicht vermeidbaren Abnahme der Stromstärke schnell absinkt. Diesen Abfall der Lichtausbeute kann man jedoch, wie aus dem gleichen Diagramm zu ersehen ist, durch Anwendung höherer Dampfdrücke ausgleichen. Mit der Erhöhung des Dampf-

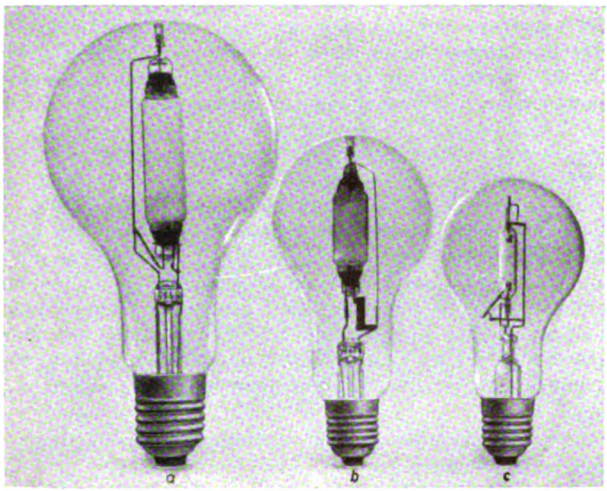
Brenner gestatten bei diesen beiden Lampen den Einbau in übliche Glühlampenkolben mit 130 und 90 mm Dmr. (Abb. 5 a und b). Bei den größeren Mustern konnte in der Zwischenzeit auf Grund der Erfahrungen einer mehrjährigen laufenden Herstellung die Lichtausbeute um 10 bis 25 % erhöht werden (vgl. Zahlentafeln 1 und 2). Dabei werden Ausbeuten zwischen 40 und 50 Hlm/W einschließlich Drosselverlust erreicht.

Um bei den kleineren Leistungseinheiten, insbesondere bei der von 3300 Hlm zu denselben Lichtausbeuten wie bei den großen Lampen zu gelangen, ist man nach den in Abb. 4 dargestellten Kurven gezwungen, den Dampfdruck noch weiter zu erhöhen. Das bedingt aber nach dem oben Gesagten den Übergang von Hartglas zu einem thermisch widerstandsfähigeren Werkstoff, z. B. zu dem Quarzglas (Erweichungstemperatur oberhalb 1300 ° C). Dieser Schritt ist zuerst in Holland gemacht worden. Man hat dabei den Dampfdruck gleich bis 20 at gesteigert und hat 3300 Hlm mit 75 W Rohrleistung erreicht[22]), wobei die Lichtausbeute auf 44 Hlm/W steigt. Bei dem ange-

[20]) K. Larché, Z. techn. Phys. 18 (1937) erscheint demnächst.
[21]) ETZ 57 (1936) S. 782.
[22]) C. Bol, Ingenieur, Haag 56 (1935) S. 91; ETZ 56 (1935) S. 432.

Digitized by Google

wandten hohen Dampfdruck wird der Gradient so hoch, daß die Rohrspannung 230 V beträgt, so daß diese Lampe nicht mehr an einer Netzspannung von 220 V betrieben werden kann. Man mußte zu einem Streufeldumspanner mit 410 V Leerlaufspannung übergehen, wobei die Lichtausbeute, gemessen am Gerät, auf 33 Hlm/W absinkt[23])



a HgH 500, 140 W, 5500 Hlm, mit Hartglasbrenner
b HgH 300, 90 W, 3300 Hlm, „ „
c HgHQ 300, 75 W, 3300 Hlm, „ Quarzglasbrenner

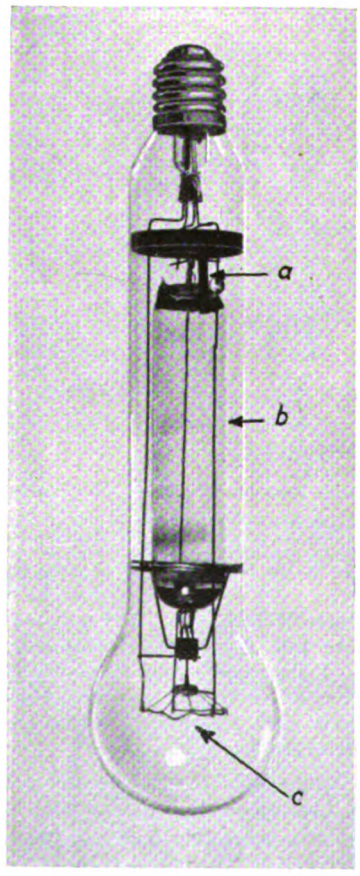
Abb. 5. Die neuen Quecksilber-Hochdrucklampen kleiner Leistung.

(Zahlentafel 2, Z. 22). Dem holländischen Vorbild ist man in den V. S. Amerika gefolgt und hat vor einigen Monaten eine ähnliche Lampe, ebenfalls mit einem Dampfdruck von 20 at auf den Markt gebracht. Sie hat bei einer Rohrleistung von 85 W einen Anfangslichtstrom von 2975 int. lm; als Lebensdauer werden z. Z. 500 h angegeben[24]). In Deutschland, wo man den Vorteil, als Betriebsspannung die gebräuchliche Netzspannung von 220 V zu benutzen, nicht aufgeben wollte, insbesondere für eine Lampe, die im wesentlichen für Werkstatt-, Schaufenster- und Innenraumbeleuchtung in Frage kommt, hat man die durch die Anwendung von Quarzglas gegebene Möglichkeit, mit den Dampfdrücken über den bei Glaslampen erreichten Wert von 3 at hinausgehen zu können, auch ausgenutzt. Auf Grund von systematischen Arbeiten in dieser Richtung gelang es, eine Hg-Hochdruck-Quarzlampe mit nur etwa 10 at Dampfdruck zu entwickeln, die bei 75 W ebenfalls 3300 Hlm besitzt[25]). Die Brennspannung beträgt 125 V, die Zündspannung etwa 180 V, die Lichtausbeute 44 Hlm/W am Rohr und 40 Hlm/W einschließlich Drosselverlust (8 W), gegenüber 37 bzw. 33 Hlm/W bei der 90 W-Hartglaslampe. Der Quarzbrenner ist in einem 150 W-Glühlampenkolben (80 mm Dmr.) eingebaut, der wie bei den Glühlampen auch innen mattiert ausgeführt wird. In Abb. 5 c ist diese Lampe (HgHQ 300) mit Klarglaskolben zu sehen. Sie erscheint in Deutschland und auch in Holland sowie in England (hier mit 80 W am Rohr) gerade auf dem Markt zusammen mit einer nach dem gleichen Prinzip gebauten 120 W-Lampe mit 5500 Hlm (s. Zahlentafel 2).

Zu 2. Eine Farbverbesserung des Lichtes der Hg-Hochdrucklampen kann auf verschiedenen Wegen erreicht werden. Von der großen Zahl von Vorschlägen, die z. T. schon bei den Niederdruck-Quecksilberlampen (Cooper-Hewitt-Lampen) versucht worden sind, haben praktische Bedeutung folgende Verfahren erlangt:

1. Zumischung von Glühlampenlicht;
2. Zusatz von geeigneten Metalldämpfen, z. B. Kadmium-, Zinkdämpfen, zum Quecksilberdampf im Entladungsrohr;
3. Umwandlung des violetten und ultravioletten Teiles der Strahlung des Quecksilberbogens in Rotstrahlung durch geeignete Leuchtstoffe (Luminophore), z. B. Zink-Kadmium-Sulfid.

1. Bei den neu entwickelten kleinen Einheiten läßt sich die fehlende Rotstrahlung bequem durch Glühlampenlicht ergänzen, ohne daß man dabei auf unerwünscht hohe Lichtströme kommt. Der Rotgehalt[26]) des Glühlampenlichtes ist mit 25 % gegenüber 15 % beim Tageslicht und nur 1 bis 1,5 % beim reinen Hg-Hochdrucklicht sehr hoch, so daß durch Zumischung von Glühlampenlicht zum Hg-Hochdrucklicht der Rotgehalt des Mischlichtes je nach dem Mischungsverhältnis in weiten Grenzen verändert werden kann, wobei jedoch die Lichtausbeute des Mischlichtgeleuchtes um so niedriger ist, je größer der Rotgehalt ist[27]). In England hat man die Erzeugung des Hg-Hochdruck- und Glühlampenlichtes in der gleichen Lampe auf die Weise vorgenommen, daß im gleichen Außenkolben in Reihe mit dem Hg-Hochdruckbrenner ein Wolframglühdraht als Vorschaltwiderstand geschaltet ist[28]). Um eine Überlastung des Glühdrahtes während der Anlaufzeit der Hochdrucklampe, in der die Bogenspannung noch nicht den Endwert erreicht hat, zu vermeiden, ist ein weiterer Glühdraht in Reihe geschaltet, der nach erfolgtem Anlauf im Betriebszustand durch einen geeignet angeordneten Bimetallschalter kurzgeschlossen wird (Abb. 6). Die Leistungsaufnahme des Entladungsrohres und des Glühdrahtes ist etwa gleich, der Rotgehalt ist mit 7 % nur halb so groß wie beim Tageslicht, die Lichtausbeute sinkt bei 500 W an der Lampe auf 25 int. lm je Watt ab. Bemerkenswert ist, daß bei dieser Lampe, ähnlich wie bei einer Glühlampe, kein weiteres Vorschaltmittel notwendig ist.



a Bimetallschalter
b Quecksilber-Hochdruckrohr
c Glühwendel

Abb. 6. Englische Quecksilber-Hochdrucklampe mit vorgeschalteter Glühwendel, 500 W, Lichtausbeute etwa 28 Hlm/W.

2. Die Zumischung von Kadmium- und Zinkdampf zum Quecksilberdampf bringt mit steigendem Kadmium- und Zinkzusatz ebenfalls eine Erhöhung des Rotanteils im Gesamtlicht zustande, jedoch sinkt gleichzeitig die Lichtausbeute der Entladung so stark, daß noch vor dem Erreichen eines dem Tageslicht entsprechenden Rotgehaltes

[23]) Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 129.
[24]) A. B. McKenna, Electr. J. 33 (1936) S. 439; ETZ 58 (1937) S. 382.
[25]) s. Fußnote 20.
[26]) Unter „Rotgehalt" wird hier der Anteil des hinter einem strengen Rotfilter (RG 1 von Schott oder Wratten Nr. 25) gemessenen Lichtstromes roten Lichtes am gesamten Lichtstrom[29]) verstanden.
[27]) M. Pirani u. E. Summerer, Lichttechn. 13 (1936) S. 1; ETZ 56 (1935) S. 305.
[28]) Illum. Engr., Lond. 28 (1935) S. 348 u. 416.

Digitized by Google

von 15 % nur noch die Hälfte der Lichtausbeute bei reinem Quecksilberdampf übrigbleibt[29]). Man hat sich daher in England mit einem viel geringeren Rotgehalt von 2,1 bis 2,3 % begnügt, der gerade zur Erkennbarkeit einer roten Körperfarbe ausreicht, wobei man in Kauf nimmt, daß die Lichtausbeute von 42 auf 35 int. lm/W sinkt[30]) (s. Zahlentafel 2, Z. 11).

3. Das dritte Verfahren, die zusätzliche Rotstrahlung durch Leuchtstoffe zu erhalten, hat bisher noch nicht zu Lampen geführt, die im Handel erhältlich sind. Die Entwicklung in dieser Richtung ist jedoch schon so weit fortgeschritten, daß neben gelegentlichen Probebeleuchtungen auch schon eine Versuchsstraßenbeleuchtung durchgeführt wird[31]). Der Leuchtstoff wird bei diesen Lampen auf der Innenseite des Außenkolbens aufgebracht. Die Ausnutzung der ultravioletten Strahlung des Quecksilberbogens wird daher dann besonders vorteilhaft, wenn der Entladungskolben aus dem für Ultraviolett hochdurchlässigen Quarzglas besteht. Es ist so gelungen, durch Wahl geeigneter Leuchtstoffe den Rotgehalt der Hg-Hochdrucklampe von 1 bis 1,5 % bereits auf 4 bis 6 % zu erhöhen, wobei noch eine Zunahme der Lichtausbeute um 5 bis 10 % erreicht worden ist[32]). Ein Rotgehalt von 4 bis 6 % genügt natürlich noch nicht, um eine tageslichtähnliche Beleuchtung mit 15 % zu erhalten, sie ist jedoch ausreichend für Zwecke, wo es nur auf eine genügende Erkennbarkeit und nicht auf eine strenge Wiedergabe der Farben ankommt. Von den drei genannten Möglichkeiten, den Rotgehalt zu erhöhen, hat dieses Verfahren z. Z. die größten Aussichten.

Die vorliegende Darstellung zeigt, daß eine Reihe wichtiger Fortschritte auf dem Gebiet der Gasentladungs-Lichtquellen in den letzten 4 Jahren erzielt worden ist, sie zeigt aber auch, daß die Entwicklung, insbesondere bei den Hg-Hochdrucklampen, noch keineswegs abgeschlossen ist. Sicher ist, daß die Metalldampflampen in vielen Anwendungsfällen eine wichtige Ergänzung der Glühlampen sein werden.

Zusammenfassung.

Seit dem Erscheinen der ersten Gasentladungslampen auf dem Markt ist eine Reihe von Verbesserungen vorgenommen worden, die sowohl zu einer Vereinfachung der elektrischen Schaltung als auch zu einer Erhöhung der Lichtausbeute geführt haben. Die Aussichten auf eine Verbesserung der Lichtfarbe werden erörtert.

[29]) G. T. Winsch und E. H. Palmer, Illum. Engr., Lond. 27 (1934) S. 123.
[30]) Electrician 62 (1934) S. 181, 183 u. 829; C. C. Patterson, Electrician 64 (1935) S. 98.
[31]) Neue-Krug-Allee in Berlin-Treptow, seit Oktober 1936.
[32]) K. Mey, Vortrag in Salzbrunn. Ges. techn. Phys. Sept. 1936; H. Ewest, VDE-Fachber. 8 (1936) S. 115; ETZ 57 (1936) S. 1118, 1442 u. 1479.

Die Gleichgewichtsbedingung von Wechselstrombrücken mit Gegeninduktivitäten.

Von K. Potthoff VDE, Stuttgart.

621. 317. 733

Übersicht. Zur Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen für eine Reihe von Wechselstrombrücken mit Gegeninduktivitäten werden Wege angegeben, die übersichtlicher sind und einfacher zum Ziele führen als bekannte.

I. Gegeben sei eine Brücke der Wheatstoneschen Art, also mit insgesamt 6 Zweigen. Einige Zweige seien miteinander magnetisch gekoppelt, und zwar mögen die die Kopplung vermittelnden Induktivitäten nur in Reihe mit unter Umständen noch vorhandenen R, L und C liegen. Die Gleichgewichtsbedingung dieser Brücke sei zu bestimmen. Heaviside[1]) löste die Aufgabe allgemein, indem er alle die möglichen voneinander verschiedenen 15 Kopplungen als vorhanden annahm. Durch Nullsetzen nicht vorhandener Kopplungen kann man dann die praktisch vorkommenden Aufgaben lösen.

Von Heaviside übernahmen Hague[2]) und Krönert[3]) die Lösung in der Form (vgl. Abb. 1):

$$(\mathfrak{Z}_3 + \alpha)(\mathfrak{Z}_1 + \mathfrak{Z}_4 + \delta) = (\mathfrak{Z}_4 + \gamma)(\mathfrak{Z}_2 + \mathfrak{Z}_3 + \beta). \quad (1)$$

$\mathfrak{Z}_1$ bis $\mathfrak{Z}_4$ sind die jeweiligen Scheinwiderstände der Zweige von der Form $R + \mathrm{j}\,\omega L - \frac{\mathrm{j}}{\omega C}$ und α bis δ die Größen:

$$\begin{aligned}
\alpha &= m_{23} + m_{24} - m_{26} + m_{34} + m_{35} + m_{36} - m_{45} - m_{56}\\
\beta &= m_{12} + m_{13} - m_{15} + 2\,m_{23} + m_{24} + m_{25} + m_{34} + m_{35} - m_{45}\\
\gamma &= m_{14} - m_{13} - m_{16} + m_{34} - m_{35} + m_{45} + m_{46} + m_{56}\\
\delta &= m_{12} + m_{13} + 2\,m_{14} + m_{15} + m_{24} - m_{25} + m_{34} + m_{35} + m_{45}
\end{aligned} \quad (2)$$

wobei z. B. m_{12} vereinfachend steht für $\mathrm{j}\,\omega M_{12}$. Wenn wir die Brückenzweige in Abb. 1 in der Form eines Tetraeders (Abb. 2) uns angeordnet denken, erkennen wir besonders gut die völlige Symmetrie der Brücke, und es bleibt nicht einzusehen, warum diese so symmetrische Schaltung eine so unsymmetrische Gleichgewichtsbedingung haben soll. Man kann nun tatsächlich zeigen, daß man die Gl. (1) und (2) in der Form schreiben kann:

$$(\mathfrak{Z}_1 + a)(\mathfrak{Z}_4 + d) = (\mathfrak{Z}_2 + b)(\mathfrak{Z}_3 + c). \quad (3)$$

Steht wieder m_{12} für $\mathrm{j}\,\omega M_{12}$ usw., so ist:

$$\left.\begin{aligned}
a &= m_{12} + m_{13} + m_{15} + m_{16} - m_{35} - m_{26} + m_{23} + m_{56}\\
b &= m_{21} + m_{24} + m_{25} + m_{26} - m_{45} - m_{16} + m_{14} - m_{56}\\
c &= m_{31} + m_{34} + m_{35} + m_{36} - m_{15} - m_{46} + m_{14} - m_{56}\\
d &= m_{42} + m_{43} + m_{45} + m_{46} - m_{25} - m_{36} + m_{23} + m_{56}
\end{aligned}\right| \quad (4)$$

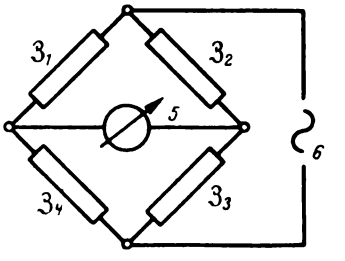


Abb. 1. Wheatstonesche Brücke.

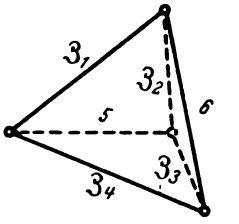


Abb. 2. Wheatstonesche Brücke in Tetraeder-Darstellung.

Für die Anordnung und Bezeichnung der Zweige ist dabei in den Gl. (3) u. (4) die in Deutschland üblichere von Abb. 3 gewählt. Vergleichen wir nun einmal den Aufbau eines solchen einzelnen Summanden von Gl. (4) mit der Anordnung der Zweige in Abb. 3, so erkennen wir die einfachen Zusammenhänge: Mit positivem Vorzeichen treten die vier Kopplungen zwischen dem betrachteten Zweig und den vier anstoßenden auf. Dann kommen die vier Kopplungen zwischen den genannten anstoßenden

[1]) O. Heaviside, Electr. Papers (1892) S. 284.
[2]) Hague, Alternating Current Bridge Methods, S. 60, 2. Aufl. London: Pitman & Sons, 1930.
[3]) Krönert, Meßbrücken und Kompensatoren, 1. Bd., S. 170. München u. Berlin: R. Oldenbourg, 1935.

Digitized by Google

Zweigen. Das Vorzeichen ist positiv, wenn diese Zweige nicht aneinanderstoßen, negativ, wenn sie aneinanderstoßen. Eine Unregelmäßigkeit tritt nur bei m_{56} auf, das zweimal negativ erscheint.

Wir führen das bekannte Beispiel an, das sich mit Gl. (3) und (4) besonders bequem lösen läßt. Abb. 4 stellt die Brücke von Hughes dar, die zur Frequenzmessung verwendet werden kann. Gl. (3) lautet hierfür, da nur M_{56} vorhanden ist:

$$(R_1 + j\omega M_{56})(R_4 + j\omega M_{56}) = (R_2 - j\omega M_{56})(R_3 + j\omega L_3 - j\omega M_{56}). \quad (5)$$

Die Trennung in reelle und imaginäre Bestandteile liefert:

$$\omega^2 M_{56} L_3 = R_1 R_4 - R_2 R_3;$$
$$R_2 L_3 = M_{56}(R_1 + R_2 + R_3 + R_4). \quad (6)$$

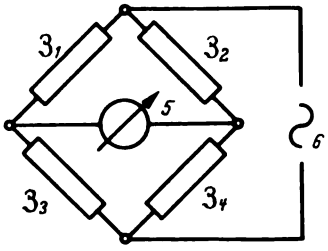


Abb. 3. Wheatstonesche Brücke.

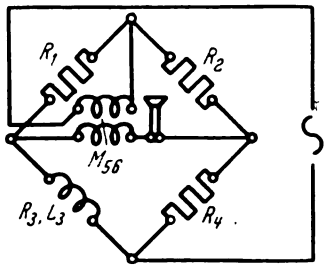


Abb. 4. Brücke von Hughes.

II. Wir haben mit den Gl. (3) und (4) eine Lösung angegeben, die immer anwendbar ist, werden aber oft den Wunsch haben, ohne eine so große Koeffizientenanordnung auszukommen. Ein bekannter Weg sei an einem Beispiel gezeigt. Abb. 5 stellt eine Brücke zur Messung

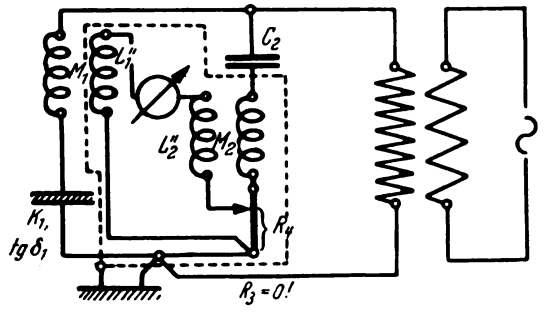


Abb. 5. Brücke zur Messung dielektrischer Verluste bei Hochspannung und fest geerdetem Prüfling.

dielektrischer Verluste bei Hochspannung an einem einpolig fest geerdeten Prüfling dar[4]). In diesem Falle sind die Spannungen von Erde bis zum Vibrationsgalvanometer sowohl auf dem Weg über L_1'' als auch R_4 und L_2'' gleich. Wir können die beiden Spannungen als Funktion der Brückengesamtspannung anschreiben:

$$j\omega M_1 \frac{U}{R_1' + j\omega L_1' - \frac{j}{\omega K_1(1 + j\,\mathrm{tg}\,\delta_1)}} = (R_4 + j\omega M_2) \frac{U}{R_4' + R_2' + j\omega L_2' - \frac{j}{\omega C_2}}. \quad (7)$$

Die Auflösung nach reellen und imaginären Bestandteilen liefert ein paar Zwischenlösungen. In ihnen können R_1' und $\omega L_1'$ gegen $\frac{1}{\omega K_1}$ und R_4', R_2' und $\omega L_2'$ gegen $\frac{1}{\omega C_2}$ vernachlässigt werden. Dann ergibt sich die einfache Lösung:

$$\mathrm{tg}\,\delta_1 = \frac{R_4}{\omega M_2};$$
$$K_1 = \frac{M_2}{M_1} C_2(1 + \mathrm{tg}^2\,\delta_1). \quad (8)$$

Dieser Weg zur Bestimmung der Gleichgewichtsbedingung scheint nun bisweilen nicht zugänglich zu sein, vor allem dann, wenn der speisende Zweig 6 mit den übrigen Zweigen gekoppelt ist. Wir führen als Beispiel eine von Maxwell zum Vergleich von L und M angegebene Brücke an (Abb. 6). Wir können die Gleichgewichtsbedingung jedoch sofort anschreiben, wenn wir folgendes beachten: Die Gleichgewichtsbedingung einer Wechselstrombrücke bleibt erhalten, wenn Stromquelle und Nullinstrument vertauscht werden[5]). Dieser Satz ist aus einem Satz von Kirchhoff herleitbar[6]). Wir dehnen ihn auf Brücken

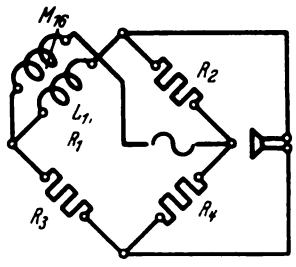


Abb. 6. Brücke von Maxwell zum Vergleich von L und M.

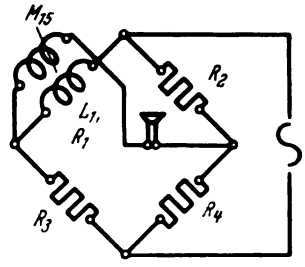


Abb. 7. Dieselbe Brücke, Nullzweig und speisender Zweig vertauscht.

mit Gegeninduktivitäten aus und erhalten aus der Brücke von Maxwell in Abb. 6 die Brücke in Abb. 7. In der oben gezeigten Weise schreiben wir dann die Spannungen von A nach C über B bzw. D an:

$$R_4 \frac{U}{R_2 + R_4} = R_3 + j\omega M_{15} \frac{U}{R_3 + R_1 + j\omega L_1}, \quad (9)$$

und leiten daraus ab:

$$R_2 R_3 = R_1 R_4; \quad \frac{M_{15}}{L_1} = \frac{R_4}{R_2 + R_4}.$$

Das ist die Gleichgewichtsbedingung für die Brückenschaltungen in Abb. 6 und 7.

Zusammenfassung.

Für eine Wechselstrombrücke von der Wheatstoneschen Art mit magnetischen Kopplungen zwischen allen Zweigen wird die Gleichgewichtsbedingung in übersichtlicher Form gegeben. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß nach Vertauschen von Nullinstrument und Stromquelle eine Brücke mit derselben Gleichgewichtsbedingung entsteht, wobei aber bisweilen bei der zweiten Form der Brücke die Lösung einfacher ansetzbar ist.

[4]) K. Potthoff, ETZ 52 (1931) S. 474.

[5]) Hague, a. a. O., 1. Aufl., S. 47.

[6]) G. Kirchhoff, Ann. Phys. u. Chem. 72 (1847) S. 497. — „Es geht hieraus unter anderem hervor, daß, wenn wir aus einem beliebigen System 2 Drähte auswählen, die Intensität des Stromes, welche in dem einen hervorgebracht wird durch eine elektromotorische Kraft in dem zweiten, gerade dieselbe ist als die Intensität des Stromes, welche in dem zweiten hervorgebracht wird durch eine ebensogroße elektromotorische Kraft in dem ersten."

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Apparate und Stromrichter.

621. 318. 387. 013. 3 **Die Dämpferwicklung bei Einphasen-Wechselstrom-Hubmagneten.** — Die Dämpferwicklung ist bekanntlich eine am Luftspalt angeordnete Kurzschlußwicklung, die einen Teil des Kernquerschnittes umschließt und damit den Wechselfluß in zwei möglichst gleich große gegeneinander möglichst um 90° phasenverschobene Wechselflüsse aufteilen soll, um so ein periodisches Abreißen des Ankers zu vermeiden. Nach Maxwell ergibt sich die Kraft P in kg bei einer Induktion B in Gauß, einer Querschnittsfläche des Luftspaltes F in cm² und einem Fluß Φ in Maxwell zu

$$P = \frac{10^{-8}}{9{,}81 \cdot 8 \cdot \pi} \frac{\Phi^2}{F} \approx F \left(\frac{B}{5000}\right)^2.$$

Das gilt für jeden Augenblickswert von Φ bzw. B. Die Zugkraft eines Wechselstrommagneten verläuft somit nach einer Sinusquadratkurve, sinusförmigen Flußverlauf vorausgesetzt. Eine ideale Dämpferwicklung würde eine zeitlich konstante Zugkraft bedingen.

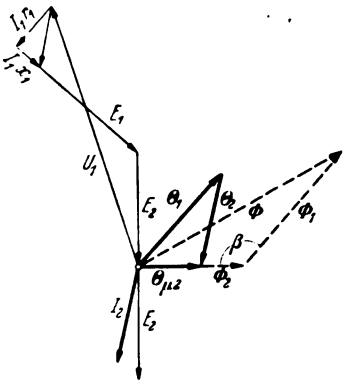


Abb. 1. Vektordiagramm des Wechselstrommagneten mit Dämpferwicklung.

In dem Schrifttum wird der Wechselstrommagnet mit Dämpferwicklung als kurzgeschlossener Transformator mit großer primärer Streuung behandelt. In Abb. 1 ist das Vektordiagramm für diesen Fall dargestellt. Der Fluß Φ_2 durchsetzt die Dämpferwicklung, induziert in derselben eine EMK E_2, der ein Kurzschlußstrom I_2 entsprechend dem Streublindwiderstand x_2 und dem Wirkwiderstand r_2 folgt. Die Rückwirkung Θ_2 dieses Kurzschlußstromes setzt sich mit der Erregung Θ_{μ_2} des Flusses Φ_2 zur Erregung Θ_1 des magnetischen Hauptkreises des Transformators zusammen. Letzterer entspricht der Primärstrom I_1. Θ_1 erregt einen primären Streufluß Φ_1, der außerhalb der Dämpferwicklung den Luftspalt durchsetzt. Die Spannung U_1 ergibt sich aus den zu den Flüssen Φ_1 und Φ_2 proportionalen elektromagnetischen Kräften E_1 und E_2 und den Spannungsabfällen $I_1 x_1$ und $I_1 r_1$. Da stets

$$\Phi_1^2 + \Phi_2^2 > \Phi^2,$$

wird die Zugkraft durch die Dämpferwicklung vergrößert. Das Diagramm gilt nur so lange, als die Luftspalterregung etwa gleich ist der Gesamterregung. Ist das, wie bei der Manteltype, nicht der Fall, dann muß man so rechnen, als ob eine Drossel D mit einem kurzgeschlossenen Transformator T elektrisch in Reihe geschaltet wäre (Abb. 2). Dabei sind die Flüsse Φ_1 der Drossel und Φ_2 des Transformators magnetisch parallel geschaltet. Man kann eine Ersatzanordnung bauen, die dieses Ersatzschaltbild praktisch wiedergibt (Abb. 3). Es ergeben sich dann zwei magnetisch parallel geschaltete Kreise, ein Drosselspulenkreis D und ein Transformatorkreis T. Beide Kreise schließen sich gemeinsam über dem Mittelschenkel. Der den Mittelschenkel durchsetzende Fluß Φ spaltet sich, wie man sieht, in die Flüsse Φ_1 (Drosselspule) und Φ_2 (Transformator). Diese Anordnung entspricht vollkommen der Anordnung eines Mantelmagneten, wobei die beiden großen Luftspalte an der Drossel D und am Transformator T zusammen dem Arbeitsluftspalt des Magneten entsprechen, während der mittlere enge Luftspalt den Luftspalten an der Kernführung des Mantelmagneten entspricht.

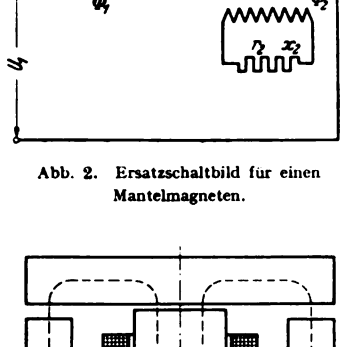


Abb. 2. Ersatzschaltbild für einen Mantelmagneten.

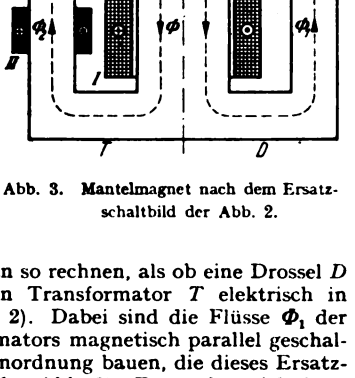


Abb. 3. Mantelmagnet nach dem Ersatzschaltbild der Abb. 2.

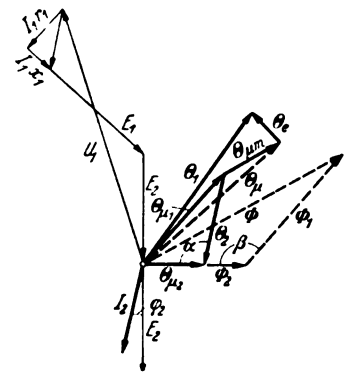


Abb. 4. Vektordiagramm eines Mantelmagneten.

Die Aufstellung eines Vektordiagrammes für diese Anordnung ergibt Abb. 4. Geht man aus von Φ_2, dessen Erregung Θ_{μ_2}, dem Dämpferstrom I_2 und dessen Rückwirkung Θ_2, so erhält man für den Transformatorteil als Gesamterregung Θ_{μ_1}. Dieselbe Erregung wirkt auf den parallel geschalteten Drosselspulenteil D und treibt dort den Fluß Φ_1 hindurch. Der Fluß Φ des Mittelschenkels ist die geometrische Summe der Flüsse Φ_1 und Φ_2; um ihn durch den Mittelschenkel und dessen Luftspalt hindurchzutreiben, ist noch die Erregung Θ_{μ_m} in Phase mit Φ nötig. Die Eisenverluste kann man durch Θ_e darstellen. Somit ergibt sich die Summe aller magnetischen Spannungen, die vom Primärkreis aufgebracht werden müssen, zu Θ_1. Die Spannungen und elektromotorischen Kräfte ergeben sich wie in Abb. 1.

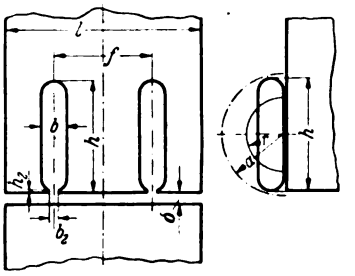


Abb. 5. Teil des Mantelmagneten, der die Dämpferwicklung trägt.

Die Streuung der Dämpferwicklung berechnet man für den in Eisen gebetteten Teil wie eine Nutenstreuung, für die freiliegenden Teile der Dämpferwicklung kann man annehmen, daß die Streulinien in Kreisbogen verlaufen. Aus Abb. 5 findet man den spezifischen Streuleitwert der Nut zu:

$$\lambda_n = \frac{h - b}{3 \cdot b} + 0{,}66 + \frac{h_2}{b_2},$$

somit für die Gesamtnutlänge l_n den gesamten Nutenstreuleitwert

$$\Lambda_n = \lambda_n l_n.$$

Für die freiliegenden Teile der Dämpferwicklung erhält man als Gesamtflankenstreuung:

$$\Lambda_f = \left(\frac{1}{4 \cdot \pi} + \frac{1}{\pi} \ln \frac{a}{r}\right) l_s,$$

wo l_s die gesamte Länge der freiliegenden Dämpferwicklung und

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot b\,h}{\pi}}$$

ist. Der gesamte Streuleitwert der Dämpferwicklung ist dann

$$\Lambda_s = \Lambda_n + \Lambda_f$$

und ihr Streublindwiderstand

$$x_2 = 4 \cdot \pi\,\omega \cdot 10^{-9} \cdot W_2^2\,\Lambda_s$$

für die Kreisfrequenz ω und die Windungszahl W_2 (gewöhnlich 1).

Für einen ausgeführten Magneten, dessen Dämpferwicklung nach außen geführt und mit besonderen Klemmen versehen war, ergab sich der errechnete Wert des Streublindwiderstandes einschließlich der Zuleitungen mit $x_2 = 92 \cdot 10^{-4}\,\Omega$. An demselben Magneten wurde die Streuung der Dämpferwicklung in folgender Weise experimentell ermittelt. Der Wirkwiderstand bei 10 A Gleichstrom betrug $r_2 = 146{,}3 \cdot 10^{-4}\,\Omega$, der Schein-

Digitized by Google

widerstand wurde bei einem Luftspalt von 30 mm durch Anlegen einer Wechselspannung von 0,19 V bei 50 Hz und 11,125 A zu $171 \cdot 10^{-4}\ \Omega$ gemessen. Aus diesen Werten wurde der Streublindwiderstand der Dämpferwicklung mit $x_2 = 88 \cdot 10^{-4}\ \Omega$ errechnet.

Versuche, das ganze Vektordiagramm auf Grund von Messungen aufzustellen, sind bisher mißlungen. In einer späteren Arbeit sollen Untersuchungen über die günstigste Bemessung der Dämpferwicklung mitgeteilt werden. [F. Unger, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 85; 4 S., 8 Abb.] *Sb.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 1. 017. 71/2 **Periodische Temperaturschwankungen in elektrischen Maschinen.** — Die Gleichung zur Berechnung der Temperatur Θ eines homogenen Körpers, dessen Verluste W und dessen Kühlmitteltemperatur τ sich periodisch ändern, wird ermittelt. Sie wird aus der allgemeinen Wärmeströmungsgleichung des homogenen Körpers abgeleitet. Nach dieser ist die während der Zeiteinheit dt erzeugte Wärmemenge W gleich der Summe aus der Wärmemenge, die zur Erhöhung der Temperatur des Körpers um $d\Theta$ erforderlich ist, und der bei der Übertemperatur des Körpers $\Theta - \tau$ nach außen abgegebenen Wärmemenge:

$$W\,dt = P\,c\,d\Theta + k\,S\,(\Theta - \tau)\,dt.$$

Hier ist P das Gewicht, c die spezifische Wärme, S die Abkühlungsfläche und k die Wärmeabgabeziffer des Körpers. Führt man nun für W und τ, deren Periodendauer gleich T_0 sei, die beiden Gleichungen

$$W = W_0 + \sum W_p \sin\left(p \cdot 2 \cdot \pi \frac{t}{T_0} + \alpha_p\right)$$

und

$$\tau = \tau_0 + \sum \tau_q \sin\left(q \cdot 2 \cdot \pi \frac{t}{T_0} + \beta_q\right)$$

ein, so erhält man für die Temperatur Θ des homogenen Körpers die Gleichung:

$$\Theta = \frac{W_0}{k\,S} + \tau_0 + \sum \frac{W_p}{k\,S} \cos\varphi_p \sin\left(p \cdot 2 \cdot \pi \frac{t}{T_0} + \alpha_p - \varphi_p\right) + \sum \tau_q \cos\psi_q \sin\left(q \cdot 2 \cdot \pi \frac{t}{T_0} + \beta_q - \psi_q\right).$$

Die Winkel φ_p und ψ_q sind bestimmt durch die Gleichungen $\operatorname{tg}\varphi_p = 2 \cdot \pi\, p\, T/T_0$ und $\operatorname{tg}\psi_q = 2 \cdot \pi\, q\, T/T_0$. $T = P\,c/k\,S$ ist die Zeitkonstante.

Als erstes Beispiel wird die Erwärmung eines Transformators ermittelt, der 12 Stunden konstant belastet und die folgenden 12 Stunden abgeschaltet ist. Die Kühlmitteltemperatur wird als konstant vorausgesetzt. Es ist bekannt, daß in diesem Belastungsfall die Erwärmung des Transformators exponential ansteigt und nach dem Abschalten wieder exponential abfällt. Die mit Hilfe der angegebenen Gleichungen ermittelte Erwärmungs- und Abkühlungskurve zeigt schon praktisch denselben Verlauf, wenn man nur die 1., 3. und 5. Harmonische der Belastungskurve berücksichtigt. Als zweites Beispiel wird die Erwärmungskurve eines konstant belasteten Transformators ermittelt, dessen Kühlmitteltemperatur veränderlich und in Abhängigkeit von der Zeit gegeben ist. [P. Waldvogel, Rev. gén. Électr. 41 (1937) S. 195; 4 S., 4 Abb.] *Ray.*

621. 313. 332 **Die fremdsynchrone Maschine.** — Hierunter wird eine Drehstrommaschine verstanden, bei der die „Leerlaufspannung", die dem Läuferstrom proportionale und ihm um 90° nacheilende fiktive Ständerspannung, an eine netzfremde Richtspannung gebunden ist und synchron mit dieser umläuft, unabhängig von Stellung und Drehzahl des Läufers. Die fremdsynchrone Maschine steht im Gegensatz zur synchronen Maschine, deren Leerlaufspannung (Polradspannung) an den Läufer gebunden ist und mit diesem synchron umläuft, und zur asynchronen Maschine, deren Leerlaufspannung von der Stellung des Läufers unabhängig ist und von der Netzspannung und dem Schlupf bestimmt wird. Die fremdsynchrone Maschine ist in ihrer Bauart eine asynchrone Maschine mit mehrphasiger Hintermaschine und Frequenzwandler. Die Schaltung ist gekennzeichnet durch Erregung des Frequenzwandlers aus der Richtspannung (Fremderregung) und Anwendung des Prinzips der Aufhebung der Schlupfspannung (Seiz). Dadurch wird der Läuferstrom von Drehzahl und Stellung des Läufers unabhängig der Richtspannung proportional und phasengleich.

Die Vorteile der Maschine liegen in ihrer Anwendung als Stromerzeuger in großen weitläufig gekuppelten Netzen. Hier gestattet sie eine weitgehende Verbreiterung der Frequenzhaltung, eine einfache von der Kraftmaschinenregelung unabhängige, rein elektrische Leistungsregelung. Die Maschine ist pendelfrei und in der Lage, die Stabilitätsbedingungen lose gekuppelter parallelarbeitender Synchronmaschinen zu verbessern. Der Parallelbetrieb fremdsynchroner Maschinen untereinander ist unbedingt sicher und unbeeinflußt von Störungen. Ferner ist Herabsetzung der Stoß- und Dauerkurzschlußströme möglich. E. Tüxen bringt eine kurze Theorie der Maschine und ermittelt die Einstellbedingungen für den Erregerkreis. Des weiteren beschreibt er eingehende Versuche mit einer Laboratoriumsmaschine in der T. H. Hannover. Gesichtspunkte für Entwurf und Konstruktion beschließen die Arbeit. [E. Tüxen, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 7, S 457; 17 S., 7 Abb.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785. 085. 2 **Untersuchungen an Lagern für Elektrizitätszähler.** — Die Unterlager der Elektrizitätszähler sind sehr empfindliche Teile, die sehr sorgfältig hergestellt werden müssen, bei denen aber auch die Verwendung geeigneten Baustoffs von großer Wichtigkeit ist. Die Untersuchung der Werkstoff-Frage ist der Gegenstand einer ausführlichen Arbeit von Kinnard und Goß. Zunächst wird die Abhängigkeit des Reibungsmoments vom Halbmesser des Zapfens für bekannte Ausführungen (glasharter Stahlzapfen auf Saphirpfanne) besprochen und besonders auf die Empfindlichkeit der Steinpfanne gegen Stöße hingewiesen. Versuche haben gezeigt, daß bei einem Durchmesser der Rundung des Zapfens oder der Kugel unter 0,9 mm diese sehr empfindlich gegen Stöße sind, daß man also größere Durchmesser wählen sollte. Die Härte der Steinpfannen sollte man nicht nach der Mohs-Skala angeben, sondern nach einer neuen Skala, der die Abnutzungshärte zugrunde liegt. Die Skala ergibt für Diamant etwa das vierfache der Härte des Saphirs. Obgleich Diamant sehr günstig ist, scheitert doch seine allgemeine Verwendung an dem hohen Preis des Rohstoffes und den hohen Kosten für das Schleifen. Versuche mit Siliziumkarbid und Borkarbid haben zu keinem Erfolg geführt. Saphir ist also immer noch der Werkstoff, der alle Anforderungen am besten erfüllt. Für die Zapfen oder Kugeln ist eine Anzahl von Werkstoffen untersucht worden, wobei sich gezeigt hat, daß eine Legierung von 75% Kobalt und 25% Wolfram die besten Werte ergibt. Die Abnutzung dieser Zapfen ist sowohl ohne als auch mit Schmierung etwa ⅓ bis ½ derjenigen aus Kohlenstoffstahl (1,5% C). Auch die Abnutzung der Steine ist im gleichen Verhältnis günstiger. Für die Schmierung werden sehr beachtenswerte Vorschläge gemacht, die die Untersuchung der verwendeten Öle betreffen. Aus der großen Menge der 60 untersuchten Öle werden einige herausgegriffen, die sich besonders gut bewährt haben. Als bestes dieser Öle wird eine Mischung von Mineral- und Fischöl genannt, deren Viskosität sich sehr wenig mit der Temperatur ändert und deren Säuregehalt besonders klein ist. Von den Oberlagern wird nur ein typisches Beispiel beschrieben. Die verschiedenen Ausführungen der Unterlager werden besprochen, wobei ein Lager besonders erwähnenswert ist: eine Kugel liegt zwischen zwei Steinen; der untere Stein ist als gewöhnliche Kugelpfanne ausgeführt, in den oberen ist ein Konus eingeschliffen, der die Kugel umfaßt. Diese Ausführung soll bei plötzlichen Belastungsschwankungen und bei Vibrationen das Lager schonen. Reichliche Angaben amerikanischen Schrifttums bilden den Schluß. [J. F. Kinnard u. J. H. Goß, Electr. Engng. 56 (1937) S. 129; 9 S., 13 Abb.] *Schm.*

621. 317. 755 : 621. 317. 38 **Leistungsmessung mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen.** — Die elektrische Leistung in Abhängigkeit von der Zeit konnte bisher nur mit einer „Leistungsschleife" am Schleifenoszillographen gemessen werden. Ein wesentlicher Nachteil dieses Instruments für viele Zwecke ist seine niedrige Eigenfrequenz (ungedämpft etwa 2500 Hz). In der vorliegenden Arbeit wird nun ein Kathodenstrahl-Oszillograph (KO.) beschrieben, der den Augenblickswert der Leistung (oder allgemeiner gesagt: des Produktes zweier elektrischer Größen) bei einer Frequenzunabhängigkeit bis zu etwa 10^6 Hz zu messen gestattet.

Die Produktbildung wird auf folgende Weise erreicht: man läßt den Elektronenstrahl nacheinander zwei magnetische Felder durchlaufen, die vom Meßstrom i erzeugt werden und einander entgegengesetzte Richtungen haben. Das zweite Feld „kompensiert" also den vom ersten Feld hervorgerufenen Ausschlag des Elektronenstrahls, so daß dieser — unabhängig von der Größe des Meßstromes — an der Beobachtungsvorrichtung

Digitized by Google

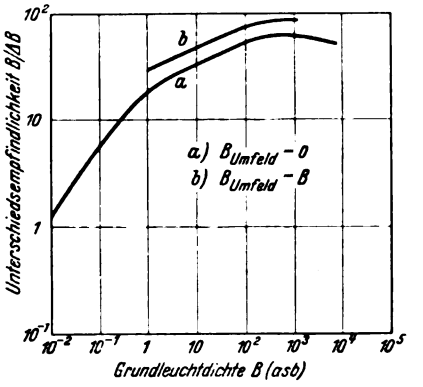
keinen Ausschlag zeigt. Hinter dem ersten magnetischen Feld wird der Elektronenstrahl mit Hilfe eines elektrischen Feldes, das von der Meßspannung u erzeugt wird und in Richtung des Strahles wirkt, je nach der Größe der Meßspannung beschleunigt oder verzögert. Wenn er jetzt mit der veränderten Geschwindigkeit das zweite magnetische Feld durchläuft, wird die erwähnte Kompensation zum Teil aufgehoben und der Strahl auf der Beobachtungsvorrichtung ausgelenkt. Diese Auslenkung ist dem Produkt $u \cdot i$ und damit dem Augenblickswert der Leistung proportional. Voraussetzung dafür ist, daß die Meßspannung ein bestimmtes Verhältnis zur Anodenspannung des KO. nicht überschreitet (Meßspannung $\leqq {}^1/_{10}$ der Anodenspannung). Die Entwicklung eines gasgefüllten Glühkathodenrohres und eines Ionenrohres wird beschrieben und dabei nachgewiesen, daß die vorerwähnte Frequenzunabhängigkeit zu erreichen ist. Allerdings erweist sich, daß die Leistungsempfindlichkeit sehr gering ist: bei dem beschriebenen KO. (Anodenspannung 70 kV, Meßbereich bis 3,5 A und bis 7,5 kV) beträgt sie 91 kVA/cm. An Hand der bei der Entwicklung gewonnenen Erfahrungen werden Vorschläge zur Erhöhung der Empfindlichkeit gemacht. [H. J. Mohr, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 7, S. 442; 15 S., 30. Abb.]

Elektrowärme.

621. 791. 75. : 620. 1 **Einfluß der Legierungsbestandteile auf die Stickstoffaufnahme von Stahl beim Lichtbogenschweißen.** — Infolge der Aufnahme von Stickstoff durch den Stahl und der Bildung von Eisennitrid beim Schweißen mit dem elektrischen Lichtbogen werden die Dehnung, Einschnürung und die Härtung der Schweiße beeinträchtigt. Der Stickstoffaufnahme kann man begegnen durch Bindung des Stickstoffs an Wasserstoff und durch Bemessung der Elektrodenumhüllung. In diesem letzteren Falle ergibt sich jedoch oft eine nur unvollkommene Lösung, da bald eine Konzentrationsgrenze an Eisennitrid erreicht ist, die man praktisch nicht unterschreiten kann. Für eine Umhüllungsmasse für die Elektroden aus 40% Kieselsäure, 47% Eisenoxyd und 8% Tonerde kann sich z. B. eine Konzentrationsgrenze von 0,04% Eisennitrid ergeben, die als verhältnismäßig gefährlich anzusehen ist. Zwecks weiterer Entstickung wurde nun vorgeschlagen, Sonderelemente in das Elektrodenmetall oder in die Elektrodenumhüllung einzuführen. Untersucht wurden als Einführungselemente in das Elektrodenmetall Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Chrom, Molybdän, Titan, Vanadium, Zirkon und Uranium; diese Elektrodenmetalle wurden durch Schmelzen von schwedischem Eisen und hochkonzentrierten Ferrolegierungen im elektrischen Ofen zubereitet. Was den Einfluß dieser Bestandteile auf die Stickstoffaufnahme von Stahl anbetrifft, so ergab sich, daß Kohlenstoff, Silizium und Mangan dazu neigen, die Stickstoffaufnahme im Stahl bei der Lichtbogenschweißung zu verringern, während die übrigen Elemente mit Ausnahme des Titans, besonders aber Molybdän, Zirkon und Chrom die Stickstoffaufnahme begünstigen. [A. Portevin u. D. Séférian, Rev. Soud. autog. 27 (1937) S. 14; $1^1/_2$ S., 4 Abb.]. *Kp.*

Beleuchtung.

535. 73 **Die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges.** — Die klassischen Untersuchungen über die Unterschiedsempfindlichkeit des menschlichen Auges, die Ende des vorigen Jahrhunderts von König und Brodhun angestellt worden waren, gingen von den bei der Photometrie vorliegenden Beobachtungsverhältnissen aus. In der lichttechnischen Praxis, in der die Unterschieds- oder Kontrastempfindlichkeit für die Physiologie des Sehvorgangs ebenfalls eine grundlegende Rolle spielt, liegen jedoch die verschiedenartigsten Verhältnisse vor, auf die die Voraussetzungen der oben genannten Untersuchungen meist nicht zutreffen. W. Arndt hat über neuere Untersuchungen auf diesem Gebiet berichtet, die im Beleuchtungstechnischen Institut der T. H. Berlin unter Berücksichtigung der in der Lichttechnik gegebenen Voraussetzungen angestellt worden sind. Die absolute Schwelle eines Lichtreizes in absolut dunkler Umgebung[1]) ist recht schwierig zu ermitteln, da sie von der Beobachtungsart (ein- oder zweiäugig, zentral oder peripher) und dem Richtungssinn und der Stärke der Leuchtdichteänderung abhängt. Drückt man, wie vielfach üblich, den Wert der absoluten Reizschwelle bei sehr kleinen Sehwinkeln durch die am Auge des Beobachters erzeugte Beleuchtungsstärke E aus, so ergibt sich aus den Messungen Arndts und seiner Mitarbeiter für weißes Licht der Wert von $E = 0{,}001 \cdot 10^{-6}$ lx, der innerhalb des Bereichs von Sehwinkeln $< 1°$ konstant und dem Produkt aus der Leuchtdichte und dem Quadrat des Sehwinkels proportional ist. Die Form der Reizfläche ist innerhalb dieses Bereichs ohne Einfluß. Bei rotem Licht ist unter sonst gleichen Bedingungen der etwa 15fache Betrag der Leuchtdichte erforderlich gegenüber weißem Licht, während bei blauem Licht nur etwa $^1/_4$ der Leuchtdichte benötigt wird (Purkinjesches Phänomen). Allerdings ist die Farbe des Lichtes an der absoluten Schwelle noch nicht erkennbar. Bei Vorhandensein einer Grundleuchtdichte B (die bei der absoluten Schwelle gleich 0 war) spricht man von der Unterschiedsempfindlichkeit $B/\Delta B$. Abb. 6 Kurve a zeigt die von



Sehwinkel für ΔB 1° Dmr.
Sehwinkel für B 20° × 20°

Abb. 6. Abhängigkeit der Unterschiedsempfindlichkeit von der Leuchtdichte.

Arndt für beidäugige Beobachtung bei einer Sehwinkelgröße von 20° × 20° des Grundfeldes (Leuchtdichte B) und einem Durchmesser von 1° des inneren Kontrastfeldes (Leuchtdichtezuwachs ΔB) gefundene Abhängigkeit des Quotienten $B/\Delta B$ von der Grundleuchtdichte B. Der Kurvenverlauf ist demjenigen der König-Brodhunschen Untersuchungen sehr ähnlich, nur sind dort die Werte etwas kleiner. Unabhängig von der Größe der Grundfeldleuchtdichte B zeigt sich, daß die Unterschiedsempfindlichkeit oberhalb einer Infeldgröße von etwa 1° konstant ist, während sie unterhalb dieses Wertes rasch absinkt. Vergrößert man die Grundfeldfläche (bisher 20° × 20°), bis sie das gesamte Gesichtsfeld einnimmt, so wird die Unterschiedsempfindlichkeit erhöht und nimmt den in Abb. 6 durch Kurve b dargestellten Verlauf, der also den Bestwert der Unterschiedsempfindlichkeit wiedergibt. Erhält die das Grundfeld umgebende Fläche des Umfeldes eine höhere Leuchtdichte als das Grundfeld, so nimmt die Unterschiedsempfindlichkeit wieder ab. Die Untersuchungen haben also ergeben, daß der Bestwert der Unterschiedsempfindlichkeit dann vorhanden ist, wenn die Sehwinkelgröße des Infeldes größer ist als 1° und wenn das gesamte Gesichtsfeld die Grundfeldleuchtdichte B aufweist. [W. Arndt, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. und Dtsch. Ges. f. techn. Phys. am 23. 3. 1937.] *Frh.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 5 +. 8 (436) **Die Elektrowagen der Städtischen Elektrizitätswerke Wien.** — Die Städtischen Elektrizitätswerke in Wien haben 4 Turmwagen von Benzin auf akkumulator-elektrischen Antrieb umgestellt und 2 Elektrolieferwagen für 1 und 2 t Nutzlast beschafft sowie 2 Elektrokleinwagen für je 500 kg Nutzlast in Auftrag gegeben.

Bei den Turmwagen wurden die Fahrgestell-Längsträger verstärkt und an die Stelle des Benzinmotors ein Reihenschluß-Elektromotor von 12 bzw. 13 kW Dauerleistung bei 150 V Spannung und 720 bzw. 700 U/min gesetzt und mit der Kardanwelle durch eine Hardyscheibe gekuppelt. Ein Fahrschalter mit Schaltwalze für Handbetrieb und ein Anlasser für Fußbetrieb wurden eingebaut. Eine Bleibatterie von 80 Zellen mit einer Kapazität von 160 Ah bzw. eine Stahlbatterie von 128 Elementen mit einer Kapazität von 100 Ah wurde im Werkzeugkasten und daneben auf dem Rahmen aufgestellt. Der Fahrschalter hat 3 sogenannte wirtschaftliche Fahrstellungen, die durch Parallel- und Hintereinanderschaltung der Zellengruppen der vierfach geteilten Batterie eingestellt werden, außerdem eine Null- und Ladestellung, eine Bremsstellung und eine Rückwärtsfahrstellung. Für die Beleuchtung wurde eine eigene kleine Batterie eingebaut. Bei einem Dienstgewicht von 5,8 t sollen die Wagen eine Höchstgeschwindigkeit von 24 km/h in der Ebene und eine solche von 12 km/h auf einer 10prozentigen Steigung haben. Der Fahrbereich mit einer Batterieladung soll 32 km betragen.

[1]) W. Arndt, ETZ 56 (1935) S. 1088.

Digitized by Google

Für die beiden Lieferwagen wurden 2 verstärkte Benzinwagen-Gestelle für 2 bzw. 1 t Nutzlast gewählt. Zum Antrieb dient ein Elektrodoppelschlußmotor, der rückwärts am Ausgleichgetriebe angeflanscht ist. Dieser hat für den 2 t-Wagen eine Leistung von 12,8 kW und für den 1 t-Wagen eine solche von 8 kW. Die minutliche Umdrehungszahl beträgt bei beiden 2470. Der Fahrschalter mit Schaltwalze wird von Hand, der Anlasser mit dem Fuß betätigt. Ein zweiter Fußhebel ist für die Feldregelung vorgesehen. Die Geschwindigkeitsregelung durch verlustarme Feldbeeinflussung erfolgt in 9 Stufen. Eine Stromrückgewinnung ist auch vorgesehen, die nach den bisherigen Feststellungen im Stadtverkehr 1 bis 2%, auf großen längeren Gefällstrecken 10% beträgt. Bei einem Fahrbereich von 70 km wird im allgemeinen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 28 bis 30 km/h gefahren. Durch Feldschwächung kann die Geschwindigkeit auf 38 km/h erhöht werden. Die 40zelligen Batterien haben eine Kapazität von 200 bzw. 250 Ah und sind in 4 Trögen seitlich unter dem Rahmen aufgehängt.

Die 2 bestellten Kleinwagen für je 500 kg Nutzlast werden in der Ausführung den vorbeschriebenen Lieferwagen ähnlich sein. Sie sollen ebenfalls einen Fahrbereich von 70 km haben und eine Normalhöchstgeschwindigkeit von 30 km/h, die in Ausnahmefällen auf 40 km/h gesteigert werden kann. Die Regelung der Geschwindigkeit erfolgt lediglich durch Feldschwächung.

Die Turmwagen verbrauchen bei einem Dienstgewicht von 6,4 t auf guter ebener Straße 64 bis 70 A bei 150 V, wobei sie eine Geschwindigkeit von 24 bis 29 km/h erreichen. Der Stromverbrauch am Motor beträgt je tkm 53 bis 65 Wh, am Zähler 0,75 bis 1,1 kWh je Wagenkilometer. Die Gesamtersparnis gegenüber Benzinantrieb beträgt, abgesehen von den wesentlich geringeren Ausbesserungskosten, 30%.

Der 1 t-Lieferwagen verbrauchte auf der Versuchsstrecke halb beladen 44 A bei 80 V, wobei er eine Dauerhöchstgeschwindigkeit von 29 bis 30 km/h erreichte. Der Stromverbrauch am Zähler betrug 0,6 bis 0,8 kWh je Wagenkilometer. Die Gesamtersparnisse betragen gegenüber Benzinwagen bei 15 000 km Jahresleistung rd. 1000 Schilling je Fahrzeug.

Nach den in Deutschland gemachten Erfahrungen dürften die in den vorbeschriebenen Fahrzeugen verwendeten Batterien kaum ausreichen, um einen befriedigenden Fahrbereich zu erzielen, weil zu befürchten ist, daß die Fahrer nicht nur wie vorgesehen in Ausnahmefällen, sondern sehr viel häufiger mit der erhöhten Geschwindigkeit fahren werden. Der dabei auftretende viel höhere Stromverbrauch erschöpft die Batterie soviel schneller, daß die durch die geringere Entladedauer hervorgerufene Verkürzung des Fahrbereiches nicht durch die erhöhte Geschwindigkeit ausgeglichen werden kann. [V. Horwatitsch, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 109; 5 S., 7 Abb.] *Rgr.*

Bergbau und Hütte.

621. 365 : 669. 18. 004. 5 **Nadelstiche auf Stahlgußstücken.** — Dem gegen den elektrischen Ofen erhobenen Einwand, er begünstige die Entstehung der als Nadelstiche bezeichneten kleinen Hohlräume auf der Oberfläche von Stahlgußstücken, wird von M. Guédras widersprochen. Auch die Behauptung, daß der Kleinkonverter sich besser für die Erzeugung eines fehlerfreien Stahlgusses eigne, wird vom Verfasser widerlegt. Es ist hinreichend bekannt, daß der elektrische Ofen seit langen Jahren die Erzeugung gesunder und vollkommen einwandfreier Stahlgußstücke begünstigt hat. Auf Grund all dieser Erfahrungen kann man heute sagen, daß die Stahlbeschaffenheit, was die Frage der Entstehung der Nadelstiche anbetrifft, keine so ausschlaggebende Rolle spielt wie die Beschaffenheit des Sandes der Gießform und damit der Gießform selbst. Der Grund zu den beobachteten Nadelstichen wird daher nicht der Stahl, sondern ein zu feuchter Sand und eine zu wenig getrocknete Form sein. Auch der Vorschlag, den Stahl im elektrischen Ofen mit Aluminium zu desoxydieren, kann nicht gutgeheißen werden. Bisher hat sich die Desoxydation mit Kohlenstoff als vollkommen ausreichend erwiesen, so daß nicht einzusehen ist, warum von dieser Arbeitsweise abzugehen ist. Manche Stahlgießereien decken den Stahl in der Gießpfanne mit einer Schlackendecke ab, damit das Bad nicht mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommt und somit nicht oxydiert wird. Wenn trotzdem Nadelstiche auftreten, so ist nicht der elektrische Ofen daran Schuld, sondern die Beschaffenheit der Gießformen. [Marcel Guédras, Rev. Fond. mod. 31 (1937) S. 74; 2 S., 0 Abb.] *Kp.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 613. 5 : 534. 4 **Über die Verzerrungen des Niederfrequenz-Kondensatormikrophons.** — Die allgemeine Einführung des Kondensatormikrophons als Meß- und Übertragungsempfänger regte den Verfasser zu theoretischen und experimentellen Untersuchungen der Eigenschaften des in Niederfrequenzschaltung betriebenen Kondensatormikrophons an. Zunächst werden die durch die Art der elektrischen Ankopplung bedingten nicht linearen Verzerrungen rechnerisch untersucht; die Differentialgleichung der gesamten Schaltung wird durch einen Reihenansatz gelöst. Die Abhängigkeit des Klirrfaktors von der Frequenz bei verschiedenen Kopplungswiderständen wird rechnerisch ermittelt. Dann werden die linearen Verzerrungen, d. h. der Frequenzgang des Kondensatormikrophons, experimentell untersucht und gefunden, daß die die Frequenzabhängigkeit im wesentlichen bestimmende Dämpfung der Membran hauptsächlich von dem Verhältnis des von der Membran eingeschlossenen Luftraumes zur Fläche der Gegenelektrode abhängt. Ebenfalls wird gezeigt, wie der Frequenzgang des Kondensatormikrophons durch Änderung dieses Verhältnisses willkürlich beeinflußt werden kann. Meßergebnisse an ausgeführten Mikrophonen stimmen gut überein mit den theoretischen Überlegungen über die verschiedenen möglichen Ursachen der Dämpfung durch das eingeschlossene Luftpolster. [W. Ernsthausen, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 7, S. 487; 7 S., 6 Abb.]

Physik und theoretische Elektrotechnik.

537. 565 : 537. 525. 3 **Die Aufbauzeit einer Glimmentladung.** — Bei allen Gasentladungen vergeht nach Anlegen einer zur Zündung ausreichenden Spannung eine gewisse Zeit, bis die Entladung zündet. Diese Entladungsverzögerung hat zwei Ursachen. Zunächst muß ein zur Einleitung der Entladung erforderlicher Ladungsträger erzeugt werden, und die Entladung braucht eine gewisse Zeit, um sich aufzubauen. Die im ersten Fall erforderlichen Zeiten haben statistische Verteilung, während im zweiten Fall die Entladungsverzögerungen gleich lang sind. R. Schade findet, daß bei Neonglimmentladungen unter geeigneten Bedingungen gleichbleibende Verzugszeiten auftreten, die also die Aufbauzeit der Entladung selbst darstellen, während bei Wasserstoff die Zündverzüge statistisch verteilt sind. Die Verzögerungszeiten gehen von 10^{-5} s bis 1 s (bei 0,01 V Überspannung). Die Entwickelung dieser Glimmentladung geht im wesentlichen raumladungsfrei vor sich. Deshalb läßt sich der Entladungsaufbau in den Rahmen der Townsendschen Theorie einordnen. [R. Schade, Z. Phys. 104 (1937) S. 487; 23 S., 10 Abb.] *Br.*

534. 835 **Über das Schallfeld in der Umgebung einer stark lärmenden Fabrik.** — Den Anstoß zur Durchführung der Messungen gaben Klagen der Bewohner des Ortes W., der durch eine große ebene Wiesenfläche von etwa 600 bis 700 m Breite von der Fabrik getrennt war. Da die sehr geräuschvollen Betriebe des Werkes in verschiedenen Gebäuden untergebracht waren, wurde zur Ermittlung des am meisten störenden Betriebes — neben anderen Maßnahmen (z. B. Stillegen einzelner Betriebe) — auch das Lautstärkefeld in der Umgebung der Fabrik mit einem objektiven Geräuschmesser ausgemessen. Die Darstellung dieses Feldes sowohl in Kopfhöhe als auch dicht über dem Boden mit Hilfe der Linien gleicher Lautstärke läßt die Hauptstrahlungsrichtungen klar erkennen. Sie erwies sich als recht brauchbar zur Lösung der Aufgabe. Die Abnahme der Lautstärke L mit der Entfernung r von der Fabrik läßt sich im Lautstärkefeld in der Regel durch die Näherung

$$L = \lg [k\,(y + r)^{-x}]$$

gut darstellen. Hierin sind k, x, y Konstante, die aus dem Feld zu errechnen sind. Es ist interessant, daß nach dieser Rechnung die Bodenwelle gegenüber der Welle in Kopfhöhe von einer Schallquelle wesentlich geringerer Energie zu kommen scheint. Ferner nimmt die Schallstärke etwas rascher ab als bei einer Kugelwelle. [H. J. Menges, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 73; 2 S., 3 Abb.] *Vb.*

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

621. 311. 153 Vorausberechnung des mittleren Höchstwertes einer regellos zusammengesetzten Belastung. — Wenn eine Belastung aus Teilbelastungen zusammengesetzt wird, die unabhängig voneinander schwanken, so können statistische Kennwerte der Gesamtbelastung mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung aus den Kennwerten der Teilbelastungen vorausberechnet werden[1]). Für die Praxis kommt insbesondere die Berechnung des mittleren Höchstwertes der Gesamtbelastung in Frage. Als mittlerer Höchstwert wird dabei zweckmäßig der Durchschnitt der in bestimmten Zeiten (z. B. Jahren) festgestellten größten Werte eines Maximumzählers betrachtet, welcher in der üblichen Weise z. B. die 15- oder 30-Minuten-Mittelwerte der Gesamtbelastung mißt.

Wenn die Anzahl der unabhängigen Teilbelastungen groß ist und keine derselben in der Summe vorherrscht, kann die Vorausberechnung des mittleren Höchstwertes der Gesamtbelastung sehr einfach gestaltet werden. Man berechnet dabei zunächst für jede unabhängige Teilbelastung i den Mittelwert a_i ($i = 1,2, \ldots, n$) und die Streuung[2]) s_i der 15- (oder 30-) Minutenwerte. Für den einfachsten Fall, daß die betreffende Teilbelastung regelmäßig aussetzend ist, wobei sie mittlere Einschaltdauern t_i der konstanten Belastung h_i, sowie mittlere Spieldauern T_i aufweist (vgl. Abb. 1a), ist $a_i = \frac{h_i t_i}{T_i}$ und s_i kann aus dem Diagramm in Abb. 1 ermittelt werden. Das Diagramm zeigt s_i in Verhältnis zu h_i für verschiedene relative Einschaltdauern t_i/T_i, und zwar als Funktion des Verhältnisses t_m/T_i, wobei t_m die Meßzeit des Maximumszählers (gewöhnlich 15 oder 30 Minuten) bezeichnet.

Aus den Kennwerten a_i und s_i sämtlicher n unabhängigen Teilbelastungen werden ferner die entsprechenden Größen a und s der Gesamtbelastung berechnet:

$$a = a_1 + a_2 + \ldots + a_n \text{ und } s = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + \ldots + s_n^2}.$$

Der gesuchte mittlere Höchstwert der Gesamtbelastung kann nun unter den genannten Voraussetzungen in guter Annäherung gleich

$$a + \xi s$$

gesetzt werden, wobei die Zahl ξ in folgender Weise zu ermitteln ist: Wenn die Zeit (z. B. ein Jahr), für welche die höchste Belastung des Maximumzählers jedesmal bestimmt wird, eine für alle Teilbelastungen gemeinsame gleich mögliche Einschaltzeit t umfaßt, berechnet man zunächst die Zahl $w = 0{,}59\ t_m/t$ und findet dann aus der rechten Doppelleiter in Abb. 2 deren entsprechenden Wert ξ.

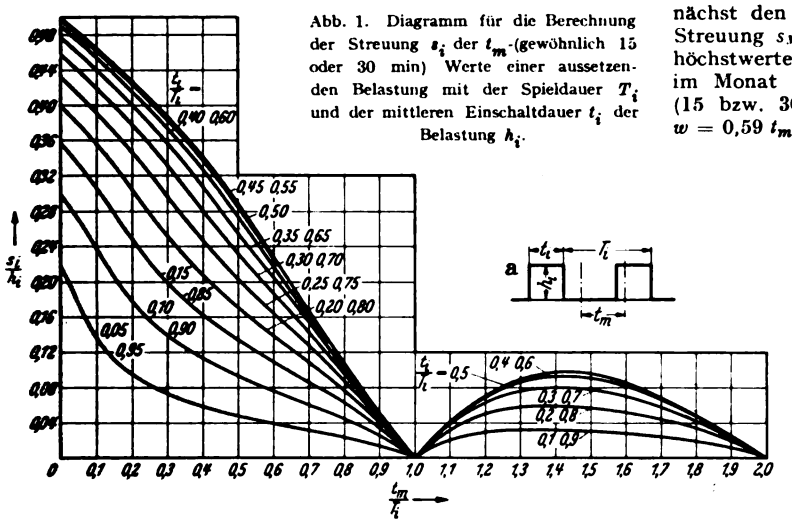


Abb. 1. Diagramm für die Berechnung der Streuung s_i der t_m-(gewöhnlich 15 oder 30 min) Werte einer aussetzenden Belastung mit der Spieldauer T_i und der mittleren Einschaltdauer t_i der Belastung h_i.

Bei dieser Berechnung stellt w die Wahrscheinlichkeit dar, daß der Mittelwert der Gesamtbelastung in einer wahllos verlegten Meßzeit t_m größer als der berechnete mittlere Höchstwert ist.

Die in Energielieferungsverträgen festgestellten jährlichen Höchstbelastungspreise werden im allgemeinen nicht für die in der beschriebenen Weise gemessenen Jahreshöchstwerte der Belastung, sondern für die r größten Monatshöchstwerte je Jahr berechnet. Der durchschnittliche Wert dieser für die Preisberechnung maßgebenden Nennhöchstbelastungen kann auch in der beschriebenen Weise vorausberechnet werden; es wird dabei nur die Zahl 0,59 gegen 0,98, 1,38 oder 1,86 vertauscht, wenn r gleich 2, 3 bzw. 4 ist. Dabei wird allerdings vorausgesetzt, daß keine Teilbelastung mit der Jahreszeit schwankt.

Nach diesem Verfahren kann natürlich auch vorausberechnet werden, um wieviel der mittlere Höchstwert einer schon vorhandenen, regellos mehrfach zusammengesetzten Belastung steigt, wenn ihr eine zusätzliche, von den früheren unabhängig schwankende Teilbelastung hinzugefügt wird. Dabei müssen zunächst der Mittelwert a und die Streuung s der 15- (bzw. 30-) Minutenwerte der schon vorhandenen Belastung ermittelt werden. Wenn keine vollständige Aufzeichnung sämtlicher 15-Minutenwerte aus einer längeren Zeit vorliegt, sondern z. B. nur die beobachteten Monatshöchstwerte bekannt sind, so können die erforderlichen Werte a und s gegebenenfalls auch aus diesen Monatshöchstwerten angenähert berechnet werden. Man berechnet zunächst den Mittelwert a_M und die Streuung s_M der notierten Monatshöchstwerte. Aus der Betriebszeit t im Monat und der Meßzeit t_m (15 bzw. 30 min) berechnet man $w = 0{,}59\ t_m/t$ und erhält dann aus

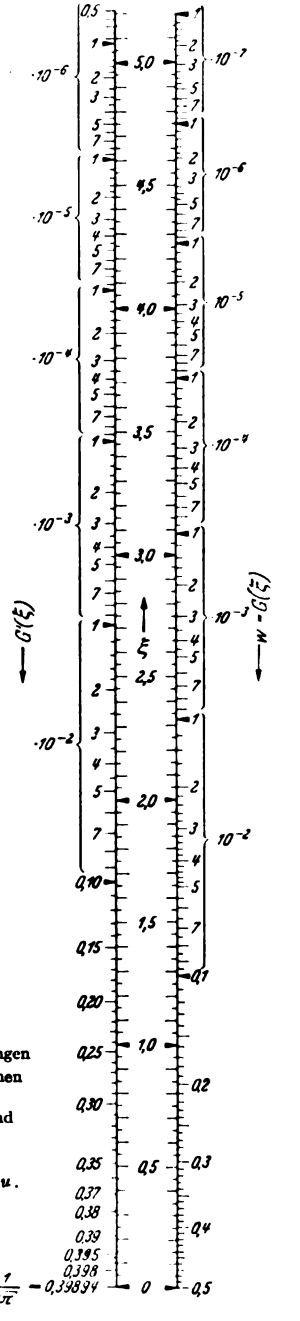


Abb. 2. Doppelleiterdarstellungen der Gaußschen Fehlerfunktionen

$$G'(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\xi^2/2} \text{ und}$$

$$G(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\xi}^{\infty} e^{-u^2/2}\, du.$$

der rechten Doppelleiter in Abb. 2 den Wert ξ und ferner aus der linken Doppelleiter noch den entsprechenden Wert der Funktion $G'(\xi)$. Die gesuchten Werte s und a sind nun angenähert

$$s = \frac{s_M t}{0{,}727\ t_m} G'(\xi) \text{ und } a = a_M - \xi s.$$

Diese Berechnung von a und s setzt allerdings voraus, daß die Gesamtbelastung aus einer großen Anzahl unabhängig schwankenden Teilbelastungen zusammengesetzt ist, von denen keine in der Gesamtbelastung dominiert, und außerdem, daß keine dieser Teilbelastungen von der Jahreszeit abhängt. [Jarl Kuusinen, Acta Acad. Aboensis, Math. et Phys. IX, 6, Åbo Akademi, Åbo (Finnland) 1936, S. 90 bis 129.] *eb.*

[1]) Jarl Kuusinen, World Power Conference, Stockholm 1933, Vol. IV, S. 302.

[2]) Streuung bezeichnet hier den quadratischen Mittelwert der Abweichungen vom Durchschnittswert.

Digitized by Google

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland**[1]). — Für das erste Vierteljahr 1937 ergibt sich insgesamt eine Erzeugung der statistisch erfaßten 122 Elektrizitätswerke von 6219,7 Mill kWh, d. s. 899,8 Mill kWh (17%) mehr als im gleichen Zeitabschnitt des Vorjahres (5319,9). Das arbeitstägliche Monatsmittel lag bei 84,0 Mill kWh um fast 22% höher. Der gewerbliche Verbrauch übertraf bei den 103 Lieferwerken mit im ganzen 2382,1 Mill kWh den entsprechenden des Jahres 1936 (1965,7) um 416, 4 Mill kWh (21%). Im Mittel ist er arbeitstäglich um rd. 26% und je 1 kW Anschlußwert um 18% gewachsen.

Zahlentafel 1.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken unmittelbar belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936
I.	2176,0	1838,9	87,0	70,7	791,9	651,6	31,7	25,1	5,61	4,73
II.	1988,1	1717,4	82,8	68,7	780,1	644,6	32,5	25,8	5,75	4,93
III.	2055,6	1763,6	82,2	67,8	810,1	669,5	32,4	25,8	5,72	4,84

fm.

Deutsche Gemeinschaftswerbung auf Auslandsmessen. — Im Frühjahr 1937 wurde vom Ausstellungs- und Messe-Ausschuß der Deutschen Wirtschaft wieder eine Reihe von Auskunftsstellen auf Auslandsmessen errichtet. Die wachsenden Erfolge dieser Einrichtungen beweisen die Notwendigkeit eines fortgesetzten Ausbaues. Die Auslandswerbung in der Form der Auskunftsstellen der deutschen Wirtschaft wird nun auf den Herbstmessen in Lemberg (4. bis 16. 9.), Saloniki (5. bis 26. 9.) und Zagreb (4. bis 13. 9.) fortgesetzt. Über die Möglichkeit der Teilnahme von Einzelfirmen an der Werbung durch Prospekt- und Katalog-Auslage erteilt Auskünfte der Ausstellungs- und Messe-Ausschuß der Deutschen Wirtschaft, Berlin W 35, Tirpitzufer 56.

Jubiläen. — Die Firma Magnet-Schultz GmbH., Spezialfabrik für Elektromagnetapparate und Magnetspulen in Memmingen/Schwaben, beging am 1. 7. d. J. die 25jährige Gründungsfeier. Infolge der Wirtschaftsbelebung konnte vor zwei Jahren ein stattlicher Fabrikneubau errichtet werden, in dem nach Abgabe der Fabrikation der Schwermagnete hauptsächlich Kleinmagnete hergestellt werden. — Am 10. 7. d. J. beging die Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft Aktiengesellschaft, Gotha, die Feier ihres 25jährigen Bestehens. Innerhalb der 25 Jahre des Bestehens der Thelg ist der Stromabsatz von 5 000 000 kWh jährlich auf 88 000 000 kWh gestiegen. Am gleichen Tage feierten das Vorstandsmitglied der Thelg, Herr Direktor Dipl.-Ing. Wilhelm Duis und noch 16 Gefolgschaftsmitglieder ihr 25jähriges Dienstjubiläum.

Handelsregistereintragungen. — Siemens-Gesellschaft für Iran m. b. H., Berlin (50 000 RM): Vertrieb von elektrotechnischen Erzeugnissen, insbesondere solchen der Siemens & Halske AG., der Siemens-Schuckertwerke AG. und ihrer Tochtergesellschaften in Iran und anderen Ländern. — „Thüringenwerk AG"., Weimar. So lautet die bisherige Firma Thüringische Landeselektrizitätsversorgungs-AG. Thüringenwerk.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN.

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Beschäftigung der Elektroindustrie. — Die Beschäftigung in der deutschen Elektroindustrie in den ersten drei Monaten 1937 ist gegenüber dem im 4. Vierteljahr 1936 erreichten Beschäftigungsgrad weiter angestiegen (Zahlentafel 1). Die Ausnutzung der vorhandenen Arbeiterplätze beträgt 83,5% gegen 83,0% im vorhergehenden Vierteljahr und 71,5% im gleichen Zeitraum des Vorjahres. In der Angestelltenbeschäftigung stieg die Ausnutzung der Kapazität von 86,0% im 1. Vierteljahr 1936 auf 96,6% im Berichtsvierteljahr. Ende März 1937 betrug die Beschäftigtenziffer in der Elektroindustrie rd. 342 000 Personen. Bei einem Vergleich mit den ersten drei Monaten 1936 ist das Arbeitsvolumen (Arbeiterstundenkapazität) mit 83,5 um rd. 22% größer.

Zahlentafel 1. Beschäftigung[1]) der deutschen Elektroindustrie im ersten Vierteljahr 1936 und 1937.

Monat	Zahl der beschäftigten Arbeiter in % der Arbeiterplatzkapazität		Zahl der beschäftigten Angestellten in % der Angestelltenplatzkapazität		Zahl der geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazit.		Durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter h	
	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937
I.	71,8	82,5	85,4	95,6	68,4	80,6	7,60	7,73
II.	71,2	83,4	86,0	96,4	68,1	83,4	7,60	7,91
III.	71,5	84,5	86,6	97,7	68,4	83,5	7,61	7,83
1. Vierteljahr	71,5	83,5	86,0	96,6	68,3	83,5	7,60	7,82

[1]) Nach der Industrieberichterstattung des Statistischen Reichsamts

Die Elektroindustrie Lettlands. — In Lettland wurde infolge dauernder Vermehrung der Betriebsstätten die elektrotechnische Erzeugung im Jahre 1935 mit 6,9 Mill RM gegenüber 1934 mit 3,4 Mill RM um das Doppelte gesteigert (Zahlentafel 1). Das bedeutet gegenüber 1932 — dem Jahre des Tiefstandes — sogar eine Verdreifachung. Die Beschäftigung hielt mit der Erzeugung nicht ganz Schritt. Immerhin stieg sie innerhalb der betrachteten Zeitspanne von 1094 auf 2012.

Zahlentafel 1. Die elektrotechnische Erzeugung Lettlands.

Jahr	Beschäftigte Personen		Elektrotechnische Erzeugung Werte in 1000 RM
	insgesamt	davon Arbeiter	
1930	1255	1004	2517
1931	1129	911	2625
1932	1094	878	2202
1933	1088	861	2416
1934	1663	1415	3426
1935	2012	1708	6887

Quelle: Annuaire Statistique de la Lettonie.

Die Elektroindustrie Ungarns. — Durch die auch in Ungarn eingetretene Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse hat die Erzeugung in der ungarischen Elektroindustrie wieder wesentliche Fortschritte gemacht (Zahlentafel 1). Gegenüber einer Beschäftigung von 7400 Arbeitern und einer Erzeugung von 36,3 Mill RM im Jahre 1933 stellte sich die Herstellung von elektrischen Maschinen, Apparaten und Geräten im Jahre 1935 auf einen Wert von 52,7 Mill RM, während die Zahl der beschäftigten Arbeiter sich inzwischen auf fast 10 300 erhöht hat. Wenngleich mit diesem Beschäftigungsgrad und Erzeugungsumfang auch der Höchststand des Jahres 1930 noch nicht erreicht wurde, so kann doch angenommen werden, daß dies in dem — statistisch noch nicht übersehbaren — Jahre 1936 geschehen ist.

Zahlentafel 1. Die elektrotechnische Erzeugung Ungarn

Jahr	Beschäftigte Arbeiter	Elektrotechnische Erzeugung Werte in 1000 RM[1])
1930	10 309	66 286
1931	9 013	49 208
1932	7 857	41 377
1933	7 438	36 283
1934	9 216	52 521
1935	10 266	52 732

Quelle: Ungarische Statistische Monatshefte.

[1]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft.

[1]) Vgl. ETZ 57 (1936) S. 845; 58 (1937) H. 15, S. 410.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Schrifttumsübersichten der Elektrotechnik.

Da erfahrungsgemäß der einzelne Elektrotechniker weder die Zeit noch die Mittel hat, alle Veröffentlichungen zu beziehen und durchzusehen, machte sich in den letzten Jahren das Fehlen eines umfassenden Nachweises über die elektrotechnische Weltliteratur stark fühlbar. Das Ausland war in seiner wissenschaftlichen Organisation schon weit im Vorsprung. So haben die Vereinigten Staaten von Nordamerika ihren Engineering Index, die physikalischen und elektrotechnischen Gesellschaften der Vereinigten Staaten zusammen mit England und Italien die Science Abstracts, Rußland unter anderen Hilfsmitteln seine Techkar, die Novosti Techničeskoj Literatury usw.

Die Wissenschaftliche Abteilung des VDE hatte sich bereits seit längerem mit dieser Frage beschäftigt und hat nunmehr zwei Einrichtungen ihre Mitwirkung zugesagt, durch die wir hoffen, daß die bisherige Lücke in vollem Umfange ausgefüllt wird. Beide Einrichtungen stehen den Mitgliedern des VDE zu ermäßigten Preisen zur Verfügung.

„Literaturkartei Elektrotechnik".

Zu Beginn des Jahres 1935 wurde von der Informationsstelle für technisches Schrifttum der T. H. Berlin die Literaturkartei „Elektrotechnik" in Angriff genommen, die den interessierten Elektrotechnikern das gesamte in der Weltliteratur erscheinende Schrifttum aus dem Gebiet der Elektrotechnik einschließlich Elektrizitätswirtschaft in systematischer Form zuführen soll. Die Informationsstelle ist der Bibliothek der T.H. angegliedert, so daß die größtmögliche Reichhaltigkeit gewährleistet ist, und dient neben der Herausgabe der Kartei der schnellen und zuverlässigen Beantwortung von Fragen aus der Industrie über neue Verfahrenstechniken, neue Werkstoffe, in- und ausländische Patentfragen usw. Die Kartei stellt keine kritischen Schrifttumsübersichten, sondern knappe Inhaltsangaben der betreffenden Veröffentlichungen dar. Nicht nur das in- und ausländische periodische Schrifttum wird bearbeitet, sondern auch Monographien, Dissertationen, Kongreßberichte und primäre Forschungsergebnisse, da auch die oft sehr schwer erhältlichen Reihenwerke, wie die Veröffentlichungen von Lehrinstituten und Forschungsanstalten, zur Verfügung stehen.

621.317.35
KURVENANALYSE E.16-586
PIDDINGTON J.H.: Ein Oberwellenanalysator der Grundwellenunterdrückungstype (An electrical harmonic analyser of the fundamental suppression type)
Bull.Counc.sci.ind.Res.Austr. (1936)95, 66-71 (2Sh 20)

Beschreibung eines Oberwellenanalysators für Tonfrequenzen. Das verwendete Verfahren arbeitet nicht mit Resonanzkreisen, sondern mittels eines Kreises, der auf die Grundwelle abgestimmt wird; diese wird von dem Verstärker ferngehalten, zu dem nur die Oberwellen der verzerrten Welle gelangen. Es können Spannungen von weniger als 0,5% Verzerrung analysiert werden. KJ
Inf.-Stelle TH Berlin Elektrotechnik 37-0087

Wie die Abbildung (auf $^4/_5$ verkleinert) zeigt, enthält jede Karteikarte außer der Inhaltsangabe den Titel der Arbeit in deutscher Sprache — bei ausländischen Arbeiten ist der fremdsprachliche Titel in Klammern beigefügt —, den abgekürzten Titel der Quelle, die DK-Zahl (z. B.: 621.317.35), ferner die Gruppennummer der von der Informationsstelle gebrauchten Wissenschaftssystematik (z. B. E.: 16 —) sowie die laufende Nummer (z. B.: 586) und das Schlagwort (z. B.: Kurvenanalyse) innerhalb derselben, schließlich Jahrgang und laufende Nummer der Gesamtkartei „Elektrotechnik". Auf diese Weise ist es möglich, daß die Kartei auch von einer ungeschulten Hilfskraft nach der von dem Bezieher gewählten Systematik jederzeit gebrauchsfähig abgelegt werden kann.

Die von der Informationsstelle gebrauchte Wissenschaftssystematik umfaßt folgende Gruppen:

E. 01	Physik. Theoretische Elektrotechnik	E. 19	Elektrizität im Bahnwesen
		E. 20	Elektrizität im Kraftfahrwesen
E. 02	Energiewirtschaft	E. 21	Elektrizität im Schiffbau
E. 03	Elektrizitätswirtschaft. Statistik	E. 22	Elektrizität im Flugwesen
E. 04	Kraftwerke	E. 23	Elektrizität in der Landwirtschaft
E. 05	Elektrische Maschinen	E. 24	Elektrische Antriebe
E. 06	Transformatoren	E. 25	Elektrowerkzeug
E. 07	Stromrichter	E. 26	Akkumulatoren und Batterien
E. 08	Leitungen	E. 27	Elektrochemie
E. 09	Werkstoffe, Isolatoren	E. 28	Industrielle Elektrowärme
E. 10	Installationsmaterial	E. 29	Elektrische Haushaltungsgegenstände
E. 11	Verteilung der elektrischen Energie	E. 30	Elektrische Kälteeinrichtungen
E. 12	Kosten der Elektrizitätserzeugung und Fortleitung	E. 31	Elektrische Schweißung, Wärmebehandlung
E. 13	Schaltanlagen	E. 32	Röhren, Photozellen
E. 14	Schaltgeräte	E. 33	Elektromedizin, Röntgenröhren
E. 15	Elektrische Apparate	E. 34	Telegraphie
E. 16	Meßwesen	E. 35	Fernsprechwesen
E. 17	Tarife und Verrechnung	E. 36	Funktechnik
E. 18	Elektrische Beleuchtung	E. 37	Fernsehen

Die Karten jeder Lieferung sind nach diesen Gruppen geordnet, so daß der Empfänger seinerseits wiederum die Möglichkeit hat, das ihn gerade interessierende Gebiet rasch aufzufinden und durchzusehen.

Seit Beginn des Jahrgangs 1937 wirkt der VDE an der Herausgabe mit. Die Kartei erschien bisher im internationalen Format 75 × 125 mm, mit Beginn des neuen Jahrgangs jedoch im Din-Format A 7. Die Kartei wird etwa zweimal monatlich in einem Umfang von rd. 135 Karten geliefert. Die kürzlich erschienenen ersten Lieferungen des Jahrgangs 1937 umfassen noch Veröffentlichungen aus dem Jahre 1936, es wird aber von der Informationsstelle angestrebt, das Schrifttum des Jahres 1937 durch häufigere und umfangreichere Lieferungen bis Anfang 1938 aufzuarbeiten. Von Beginn des Jahrgangs 1938 an, der auch die Literatur des Jahres 1938 verarbeiten soll, dürfte dann mit einer Zustellung der Karteikarten etwa 4 bis 6 Wochen nach dem Erscheinen der betreffenden Veröffentlichung gerechnet werden können.

Der Preis beträgt für den Jahrgang . . . 48,— RM
für körperschaftliche Mitglieder des VDE 40,— „
für persönliche Mitglieder des VDE . . . 36,— „
Die Berechnung erfolgt vierteljährlich.

Bestellungen sind unmittelbar an die Informationsstelle für technisches Schrifttum der Technischen Hochschule Berlin zu richten.

Nach der laufenden Nummer der Kartei können die Bezieher außerdem bei der Informationsstelle sowohl Photokopien der Originalaufsätze zu Selbstkostenpreisen bestellen als auch Übersetzungen der referierten fremdsprachlichen Artikel. Die Informationsstelle berechnet bei Übersetzungen für eine 25-zeilige Schreibmaschinenseite aus dem Englischen und Französischen RM 2,40, aus dem Italienischen, Spanischen und Russischen RM 2,80; Übersetzungen aus anderen Sprachen nach Vereinbarung.

„Sonderkartei VDE-Schrifttum".

Ein Auszug aus der Kartei „Elektrotechnik" der Informationsstelle, der nur das VDE-Schrifttum umfaßt, ist in Vorbereitung. Diese „Sonderkartei VDE-Schrifttum" beginnt zu erscheinen, sobald die Verarbeitung der im Jahre 1937 erschienenen Veröffentlichungen begonnen wird, also etwa im Herbst dieses Jahres. Sie umfaßt die in der „ETZ", dem „Archiv für Elektrotechnik" und den „VDE-Fachberichten" veröffentlichten Originalarbeiten und wird den Beziehern monatlich zugestellt. Die Lieferung ist bis auf die Erstattung des Portos kostenlos.

Bestellungen auf die „Sonderkartei VDE-Schrifttum" sind unmittelbar an die Verlagsabteilung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 (VDE-Haus) unter gleichzeitiger Überweisung von RM 1,— für die Portokosten eines Jahrgangs einzusenden.

„Elektrotechnische Berichte".

Gleichzeitig hat der VDE den seit Beginn dieses Jahres im Verlag Julius Springer, Berlin W 9, erscheinenden „Elektrotechnischen Berichten"[1]) seine Mitwirkung zugesagt. Im

[1]) Siehe S. 806 dieses Heftes.

Digitized by Google

Gegensatz zu der „Literaturkartei Elektrotechnik" streben die „Elektrotechnischen Berichte" an, dem Bezieher das Lesen der Originalarbeit soweit wie möglich zu ersparen. Die einzelnen Referate sind dementsprechend umfangreicher, sie bearbeiten die Weltliteratur vom Jahre 1937 an und erscheinen ebenfalls zweimal im Monat. Mit 30 Bogen wird ein Band abgeschlossen, jährlich erscheinen etwa drei Bände.

Der Preis des Bandes beträgt RM 48,—.

VDE-Mitglieder erhalten einen um 20% ermäßigten Vorzugspreis.

Bestellungen auf Prospekte, Probelieferungen und Abonnements können an jede Buchhandlung oder unmittelbar an den Verlag Julius Springer gerichtet werden.

Rohstoffbewirtschaftung.

Der VDE hat mit dem Verlag für Politik und Wirtschaft, Abteilung Wirtschaftsordnung, eine Vereinbarung getroffen, nach der folgende dort erschienene wichtige und empfehlenswerte Veröffentlichungen den VDE-Mitgliedern zu Vorzugspreisen geliefert werden:

1. Die Anordnungen der Überwachungsstelle für unedle Metalle in zeitlicher Folge, erläutert und zusammengestellt von Dr. Walther Kolbe,
   Preis 5,50 RM, für VDE-Mitglieder 4,50 RM.
   Hierzu erscheinen von Zeit zu Zeit Nachträge, die das Werk auf dem neuesten Stand erhalten:
   Preis je 32 Seiten einschließlich Porto 3,— RM,
   für VDE-Mitglieder 2,— RM.
2. Die wichtigsten Anordnungen zur Bewirtschaftung von Eisen und Stahl mit Erläuterungen von Dr. Walther Kolbe,
   Preis 4,50 RM, für VDE-Mitglieder 3,50 RM.
   Von Zeit zu Zeit erscheinen Nachträge:
   Preis je 32 Seiten einschließlich Porto 3,— RM, für VDE-Mitglieder 2,— RM.
3. Anordnungen zur Lenkung der gewerblichen Wirtschaft, eine Sammlung der amtlichen Bestimmungen, erläutert aus der praktischen Arbeit von Assessor Dr. F. Behrens, Dr. W. Kolbe und Assessor H. Martzloff.
   Die Sammlung ist nach den Geschäftsgruppen im Stabe des Beauftragten für den Vierjahresplan eingeteilt; Veröffentlichungen, die die Landwirtschaft betreffen, sind nur insoweit berücksichtigt als sie, wie z. B. bei Holz, auch für die gewerbliche Wirtschaft von Interesse sind.
   Preis 5,50 RM, für VDE-Mitglieder 4,50 RM.
   Von Zeit zu Zeit erscheinen Nachträge:
   Preis je 32 Seiten einschließlich Porto 3,— RM, für VDE-Mitglieder 2,— RM.

Bestellungen sind unmittelbar an den Deutschen Verlag für Politik und Wirtschaft G. m. b. H., Abteilung Wirtschaftsordnung, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 163, zu richten. Bei Inanspruchnahme der Vorzugspreise ist auf die VDE-Mitgliedschaft ausdrücklich hinzuweisen.

Ausschuß für Elektrowärmegeräte.

VDE 0720/1937

Vorschriften für Elektrowärmegeräte.

[Änderungen gegenüber dem Entwurf in ETZ 58 (1937) S. 26 bzw. 55.]

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Vorschriften gelten für Elektrowärmegeräte, die nach dem 1. Januar 1939 hergestellt werden[1]).

§ 2.

Geltungsbereich.

Absatz a) erhält folgenden Wortlaut:

a) Diese Vorschriften gelten für Elektrowärmegeräte mit Nennspannungen bis 380 V — und zwar bis 250 V gegen Erde — für Haushalt, Landwirtschaft und Kleingewerbe[2]). (Unter solchen Elektrowärmegeräten sind Geräte zu verstehen, die üblicherweise von Laien bedient werden, wie z. B. Elektroherde, Futterdämpfer, Elektrowärmegeräte für das Friseurhandwerk, Leimkocher und Lötkolben.)

Diese Vorschriften gelten nicht für Großgeräte, wie z. B. Großherde, Schmelzöfen u. dgl.

Für Heizkissen, Heizteppiche u. dgl. gilt VDE 0725 „Vorschriften für schmiegsame Elektrowärmegeräte".

§ 3.

Absatz e) wird wie folgt geändert:

e) Nennstrom ist der Strom, der sich für die Nennaufnahme bei Nennspannung ergibt.

Absatz q) erhält folgenden Wortlaut:

q) Temperaturbegrenzer sind Vorrichtungen, die die Temperatur eines Elektrowärmegerätes durch selbsttätiges Ausschalten oder Ändern des Heizstromes begrenzen und von Hand wieder einzuschalten oder betriebsfähig zu machen sind. Sie können daneben sowohl als handbetätigte Ein- und Ausschalter als auch handbetätigte Ein- oder Ausschalter ausgebildet sein.

§ 6.

Schutz gegen zufällige Berührung.

Absatz b) und c) wird wie folgt geändert:

b) Lackierung, Emaillierung, Oxydierung oder dgl. gilt nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes.

c) Etwa vorhandene Schutzgitter müssen so beschaffen sein, daß die unmittelbare Berührung Spannung führender Teile verhindert ist [Prüfung siehe § 25a)].

§ 7.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

Der 3. Absatz von b) erhält folgenden Wortlaut:

Bei Geräten ohne Gerätestecker ist fabrikationsmäßig eine Anschlußschraube für die Schutzleitung vorzusehen, die in der Nähe der Anschlußschrauben für die Strom zuführende Leitung anzuordnen ist.

Absatz d) wird durch folgenden Satz ergänzt:

Etwa angeschlossene Wandstecker müssen einen Schutzkontakt haben.

§ 8.

Mechanischer Aufbau.

§ 8 wird durch einen Absatz f) erweitert:

f) In Geräten mit Dampferzeugung sind Maßnahmen zur Vermeidung eines unzulässigen Überdrucks zu treffen.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Mai 1937. Veröffentlicht: ETZ 58 (1937) S. 26, 55 und 802.

[2]) Für Geräte für Kleinspannungen sind Sonderbestimmungen in Aussicht genommen.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Das Normblatt

DIN VDE 450 „Gewinde für Schutzgläser und Kappen"

liegt nunmehr in der zweiten Ausgabe Juni 1937 vor. Auf Grund der auf die Veröffentlichung in ETZ 57 (1936) H. 14, S. 404, eingegangenen Einwände wurde der Gewindedurchmesser 74,5 mm in das Normblatt aufgenommen, da Schutzgläser und Kappen mit diesem Durchmesser bereits in großen Mengen hergestellt wurden und eine Vergrößerung des Durchmessers auf 75,5 mm bei Ersatzlieferungen zu Schwierigkeiten geführt haben würde. — Der für DIN VDE 451, Blatt 1, veröffentlichte Entwurf ist ebenfalls als endgültiges Normblatt mit dem Ausgabedatum „Juni 1937" unter der Nummer

DIN VDE 451, Blatt 3 „Lehren für Glasdurchgang"

erschienen.

Ausschuß für Elektrowärmegeräte.

Der Ausschuß für Elektrowärmegeräte hatte in ETZ 58 (1937) S. 26 bzw. 55 einen Entwurf zu

VDE 0720 „Vorschriften für Elektrowärmegeräte"

veröffentlicht. Auf Grund der eingegangenen Einsprüche sind nachstehende Änderungen gegenüber dem Entwurf vorgenommen worden.

Dieser endgültige Wortlaut ist vom Vorsitzenden des VDE im Mai 1937 genehmigt worden und tritt am 1. Januar 1939 in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Digitized by Google

§ 10.

Innere Verbindungsstellen.

Absatz c) und d) erhält folgenden Wortlaut:

c) Schrauben für elektrische Verbindungsstellen müssen aus Metall bestehen; der Kontaktdruck muß über Metall übertragen und von metallenem Muttergewinde aufgenommen werden.

d) Beim Lösen Strom führender Verbindungsstellen dürfen Befestigungen von Geräteteilen nicht beeinträchtigt werden.

§ 11.

Innere Verbindungsleitungen.

Absatz a) wird wie folgt geändert:

a) Die Isolation der im Innern der Geräte liegenden Leitungen darf nicht beschädigt werden können, z. B. durch scharfe Kanten oder dgl.

Absatz c) erhält folgenden Wortlaut:

c) Leitungen, die durch Gelenke geführt sind, müssen an den Gelenken gegen Verletzung besonders sorgfältig geschützt sein.

§ 12.

Schaltvorrichtungen.

Absatz a) und b) wird wie folgt geändert:

a) Schaltvorrichtungen müssen den in Frage kommenden VDE-Bestimmungen entsprechen[3]).

b) Schalter dürfen nur an solchen Stellen eingebaut werden, an denen im betriebswarmen Zustand bei 20° Raumtemperatur nicht mehr als 120° (100° Übertemperatur) auftreten (siehe Prüfbestimmungen). Treten an den Schaltkontakten oder am Schaltwerk Temperaturen von mehr als 60° (40° Übertemperatur) auf, so sind Warmschalter mit der Bezeichnung „T" zu verwenden.

§ 14.

Geräte mit Anschlußschrauben.

Absatz a) erhält folgenden Wortlaut:

a) Geräte oder Geräteteile, z. B. Dauerwellheizer, müssen Verschraubungen zum Anschluß der Zuleitungen haben. Diese Vorrichtungen müssen so befestigt sein, daß sie sich beim Fest- oder Losschrauben der Zuleitungen nicht verdrehen und innere Verbindungsleitungen sich nicht lockern können.

Absatz c) wird wie folgt geändert:

c) Die Zuleitungen müssen durch eine besondere Vorrichtung von Zug entlastet, Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert werden können.

Die Wirkungsweise der Zugentlastung muß eindeutig erkennbar und mechanisch einwandfrei sein. Unstatthaft ist das Verknoten der Leitung in sich, das Festbinden der Leitung am Gerät, das Anbringen eines Wulstbundes u. dgl. Leicht verlierbare Teile, wie lose eingelegte Schellen, Keile, Ringe usw., sind unzulässig. Die Zugentlastungsvorrichtung darf nicht Spannung führend und muß so beschaffen sein, daß eine mechanische Beschädigung der zugentlasteten Leitung vermieden wird (Prüfung siehe § 26).

§ 15.

Geräte mit fest angeschlossener Zuleitung.

Absatz a) erhält folgenden Wortlaut:

a) Zuleitungen an das Gerät müssen auswechselbar sein. Für den Anschluß der Zuleitungen müssen Verschraubungen vorgesehen sein. Verschraubungen müssen derart befestigt sein, daß sie sich beim Fest- oder Losschrauben der Zuleitungen nicht verdrehen und Verbindungsleitungen sich nicht lockern können.

Der 2. Absatz von c) wird wie folgt geändert:

Die Wirkungsweise der Zugentlastung muß eindeutig erkennbar und mechanisch einwandfrei sein. Unstatthaft ist das Verknoten der Leitung in sich, das Festbinden der Leitung am Gerät, das Anbringen eines Wulstbundes u. dgl. Leicht verlierbare Teile, wie lose eingelegte Schellen, Keile, Ringe usw., sind unzulässig. Die Zugentlastungsvorrichtung darf nicht Spannung führend und muß so beschaffen sein, daß eine mechanische Beschädigung der zugentlasteten Leitung vermieden wird (Prüfung siehe § 26).

§ 16.

Gerätestecker.

Es wird ein Absatz e) eingefügt:

e) Gerätestecker müssen so ausgebildet sein, daß eine Verwendung in genormten Steckdosen verhindert ist.

[3]) Z. Z. kommen in Frage:
VDE 0630 „Vorschriften für Geräteschalter".
VDE 0631 „Leitsätze für Temperaturbegrenzer und Temperaturregler".

Der frühere Absatz e) wird f) und erhält folgenden Wortlaut:

f) Die Temperatur an den Gerätesteckerstiften darf 180° (160 Übertemperatur) nicht überschreiten (Prüfung siehe § 23).

§ 17.

Leitungen.

Absatz a) und b) wird wie folgt geändert:

a) Anschlußschnüre müssen den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen" entsprechen.

b) Bei Anschlußschnüren bis 4 mm² mit Schutzleiter muß dieser den gleichen Querschnitt wie die Strom zuführenden Leiter haben.

§ 19.

Steckvorrichtung.

Absatz a) wird wie folgt durch eine Fußnote ergänzt:

a) Für Wandstecker gelten die VDE-Bestimmungen und bei Ausführung nach Normen die jeweils gültigen DIN VDE-Normen[4]).

§ 20.

In Absatz b) in den Abbildungen ist die Angabe „XYZ" durch „Ursprungszeichen" zu ersetzen.

Absatz e) wird gestrichen.

§ 21.

Allgemeines.

Absatz c) erhält folgenden Wortlaut:

c) Geräte, die für verschiedene Stromarten bestimmt sind, sind bei der Überlastungsprüfung nach § 24 mit den in Frage kommenden Stromarten zu prüfen, wenn die Geräte sich bei den verschiedenen Stromarten (z. B. Geräte mit Reglern u. dgl.) verschieden verhalten können.

Absatz f) wird wie folgt geändert:

f) Die Modellprüfung umfaßt die Prüfbestimmungen nach §§ 22 bis 26, bzw. die der Sonderbestimmungen und ist in der Reihenfolge der §§ 22 bis 24 als Stichprobe durchzuführen. Die Stückprüfung nach § 27 ist zur Feststellung von Werkstoff- und Ausführungsfehlern an jedem Stück vorzunehmen.

§ 22.

Spannungsprüfung. Aufnahme. Belastungsprüfung.

Die Überschrift wird wie vorstehend geändert.

Absatz b) erhält folgenden neuen Wortlaut:

b) Die Aufnahme (§ 5) wird festgestellt bei Nennspannung im Betriebszustand, bei Geräten, für die Sonderbestimmungen bestehen, in dem in diesen festgelegten Prüfzustand.

Der 5. Absatz von c) wird wie folgt geändert:

Während dieser Belastungsprüfung wird der Übergangsstrom zwischen Metallgehäuse, bei Isolierstoffgehäusen, z. B. einer umgelegten Stanniolumhüllung und wechselweise beiden Polen gemessen. Als Meßschaltung ist die in Abb. 1 angegebene zu verwenden.

Der 7. Absatz erhält folgende Fassung:

Geräte bis einschl. 2,5 kW Nennaufnahme (Abb. 2)	3 mA,
Geräte über 2,5 kW Nennaufnahme (Abb. 2)	1 mA je kW der bei 1,1-facher Nennspannung aufgenommenen Leistung.
ohne Werkzeug auswechselbare Heizkörper (Abb. 3)	
genormte, beheizte Geräteteile (z. B. Kochplatten) (Abb. 3)	

Absatz e) wird wie folgt geändert:

e) Hierauf sind die Geräte auf etwa 35° zu erwärmen und anschließend 24 h bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90±1% und bei einer Temperatur von 30±2° zu lagern.

Die Luftfeuchtigkeit wird in einem Prüfgerät durch ein Schwefelsäure-Wasser-Gemisch erzeugt. Zur Aufnahme der Flüssigkeit dienen Schalen, die den Boden des Prüfgerätes möglichst bedecken. Die Flüssigkeitshöhe . . . . ."

[4]) Z. Z. kommen in Frage:
VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I.",
VDE 0622 „Leitsätze für 2-polige Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt (Dosensteckvorrichtungen 250 V 10 A) für Erdung, Nullung oder Schutzschaltung",
VDE 0625 „Vorschriften für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnure 10 A 250 V für Hand- und Elektrowarmegeräte",
VDE 0626 „Vorschriften für 2-polige Gerätesteckdosen 10 A 250 V mit Schutzkontakt".

Digitized by Google

§ 23.

Erwärmungsprüfungen.

Der 3. Absatz von a) wird wie folgt geändert:

Die Geräte werden hierzu bei Nennspannung in den Betriebszustand versetzt; Geräte, für die Sonderbestimmungen bestehen, in den in diesen Sonderbestimmungen festgelegten Prüfzustand. Die Temperatur an den Gerätesteckerstiften darf hierbei 180° (160° Übertemperatur) nicht übersteigen.

§ 24.

Überlastungsprüfung.

Die Absätze 1 bis 5 werden wie folgt umgestellt:

1 3 5 4 2.

Folgender 6. Absatz wird zugefügt:

„Nach dieser Prüfung müssen die Geräte beim Anschluß an Nennspannung noch gebrauchsfähig sein."

§ 25.

Prüfung des Berührungsschutzes.

In § 25 wird Abb. 6a wie angegeben geändert und durch Abb. 6b ergänzt.

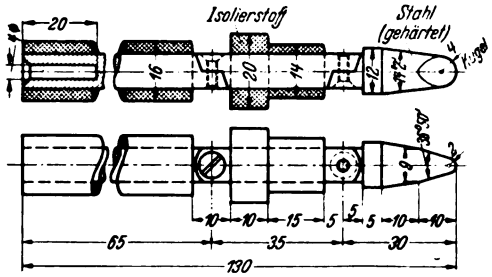


Abb. 6a.

§ 26.

Mechanische Festigkeit.

Der 4. Absatz von b) „Die Prüfung größerer Geräte hat sinngemäß zu erfolgen" wird (ohne Klammern) als letzter Absatz von b) eingefügt.

Der bisherige 6. Absatz von b) erhält folgende Fassung:

Nach der Prüfung darf keine Beschädigung der Leitung oder ihrer Umhüllung durch die Zugentlastungsvorrichtung erfolgt sein und die Leitung sich nicht mehr als 2 mm in der Einführungsöffnung verschoben haben. Die Verschiebung wird vor und nach der Prüfung an der belasteten Zuleitung festgestellt.

Unter c) wird der 3. Absatz wie folgt geändert:

Zur Prüfung wird die Leitung durch die Hohlwelle hindurchgezogen und mit der Klemmvorrichtung befestigt. Dabei muß die Austrittsstelle der Leitung möglichst nahe an die Hohlwelle herangebracht und axial zu ihr gelagert werden. Durch eine am freien Ende angeordnete Kurbel wird die Leitung solange verdreht, bis der Hebelarm durch den Leitungsdrall in der Waagerechten gehalten wird. Da durch das Verdrehen der Leitung ein erheblicher Zug auf die Welle ausgeübt wird, ist es erforderlich, eines der beiden Kugellager als Drucklager auszubilden.

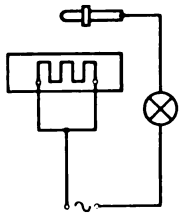


Abb. 6b.

§ 27.

Absatz b) erhält folgenden Wortlaut:

b) Hiernach müssen die Spannung führenden Teile der Geräte eine Wechselspannung von 1000 V 1 s lang gegen Körper bei Raumtemperatur aushalten, ohne daß Durch- oder Überschlag eintritt.

§ 28.

Absatz a) erhält folgenden Wortlaut:

a) Nach Reparaturen und Änderungen an Geräten oder Geräteteilen muß die Stückprüfung nach § 27 ausgehalten werden.

§ 33.

Prüfung.

Absatz a) wird wie folgt geändert:

a) Die Prüfungen nach §§ 22 bis 24 sind ohne Koch- oder Backgut, die Prüfung nach § 24 ist 12-mal 1 h lang auszuführen.

Absatz c) und d) erhalten folgenden Wortlaut:

c) In Bratröhren wird zur Durchführung der Prüfung nach § 22 g) in eine flache Schale, z. B. Fettpfanne, 1¼ l Wasser eingegossen und bei geschlossener Wrasenklappe etwa 1 l Wasser in der Nähe des Luftraumschwerpunktes zum Verdampfen gebracht. Das Gerät muß anschließend eine Spannungsprüfung nach § 22 d) aushalten.

d) Zur Prüfung nach § 23 wird auf die Kochplatte ein Topf mit normaler Wasserfüllung gestellt. Nach Erreichen des Siedepunktes ist das Gerät solange mit voller Leistung eingeschaltet zu lassen, daß sich insgesamt 40 min Einschaltzeit ergeben.

§ 37.

Absatz b) erhält folgende Fassung:

b) Tauchsieder müssen so gestaltet sein oder müssen Vorrichtungen (z. B. Aufhängehaken) haben, daß ein unbeabsichtigtes Untertauchen in Flüssigkeiten über die Marke der größten Eintauchtiefe erschwert ist.

§ 48.

Die Absätze a) und b) werden vertauscht.

§ 50.

Absatz c) wird wie folgt geändert:

c) An Geräte fest angeschlossene Zuleitungen müssen einen Schutzleiter enthalten.

§ 51.

Prüfung.

Absatz a) erhält folgenden Wortlaut:

a) Geräte oder Teile, die gegen Fallen im Gebrauch nicht besonders gesichert sind, müssen vor der Prüfung nach § 22 c) einen 5-maligen Fall aus 1,5 m Höhe auf eine mindestens 50 mm dicke Hartholz-(Buchen-)Platte aushalten.

§ 55.

Absatz a) erhält folgenden Wortlaut:

a) Für Elektrowärmegeräte für explosionsgefährdete Räume gilt VDE 0165 „Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen" und VDE 0166 „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in gefährdeten Räumen von Sprengstoffbetrieben".

Bekanntmachung.

Ausschuß für Schalt- und Steuergeräte.

Der Ausschuß für Schalt- und Steuergeräte hat Umstell-Vorschriften zu VDE 0650 und VDE 0660 ausgearbeitet, die nachstehend unter den Bezeichnungen:

VDE 0650 U 1937 „Umstell-Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten"

und

VDE 0660 U 1937 „Umstell-Vorschriften für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung"

veröffentlicht werden. Diese Umstellvorschriften gelten auf Grund einer Ermächtigung des Vorsitzenden des VDE als genehmigt und treten am 1. August 1937 in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Ausschuß für Schalt- und Steuergeräte.

VDE 0650U/1937.

Umstell-Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten.

Gültig ab 1. August 1937[1]).

Diese Umstell-Vorschriften haben den gleichen Wortlaut wie VDE 0650 1933 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten R. E. A." mit Ausnahme der nachstehenden abweichenden Fassung von § 44, Absatz 2:

Digitized by Google

§ 44.

Berührungsschutz.

. . . . . .

Anschlußstellen der Schutzleiter müssen elektrisch gut leitend und die Schutzleiterschrauben gegen Korrosion, z. B. durch Verkadmen, geschützt sein. Bei kleineren Geräten muß der Durchmesser der Erdungsschrauben mindestens 6 mm, bei Geräten für 600 A und darüber mindestens 12 mm sein.

VDE 0660 U/1937.

Umstell-Vorschriften für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung.

Gültig ab 1. August 1937[1]).

Diese Umstell-Vorschriften haben den gleichen Wortlaut wie VDE 0660/1933 „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung R. E. S." mit Ausnahme der nachstehenden, abweichenden Fassung von § 47, Absatz 3:

§ 47.

Erdung.

. . . . . .

Anschlußstellen der Schutzleiter müssen elektrisch gut leitend und die Schutzleiterschrauben gegen Korrosion, z. B. durch Verkadmen, geschützt sein. Bei kleineren Geräten muß der Durchmesser der Erdungsschrauben mindestens 6 mm, bei Geräten für 600 A und darüber mindestens 12 mm sein.

. . . . . .

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Köln.

Herr L. Schmitz hielt am 9. 4. 1937 vor dem VDE-Bezirk Köln einen Vortrag über „Die Fernsteuerung in Niederspannungsanlagen." Die Fernsteuerung elektrischer Schaltgeräte in Niederspannungsanlagen dringt immer weiter vor. Die Schaltgeräte werden entweder selbsttätig in Abhängigkeit von irgendeinem Vorgang betätigt oder sie werden beliebig von Hand aus- oder eingeschaltet. Als ferngesteuerte Anlagen sollen hier hauptsächlich diejenigen besprochen werden, die sich fern- ein- und ausschalten lassen. Für die selbsttätigen Steuerungen kommt man somit zwangsläufig zum ferngesteuerten Schalter, z. B. bei der selbsttätigen Wasserversorgung, selbsttätigen Heizanlagen usw. Aber auch bei der Handbetätigung bietet die Fernsteuerung erhebliche Vorteile. Das Schalten ist derart vereinfacht, daß ein falsches Bedienen der Schaltgeräte praktisch unmöglich geworden ist. Die Schaltgeräte selbst können zentralisiert an einem geschützten Ort aufgestellt werden. Die Überwachung wird vereinfacht. Welche Art von ferngesteuerten Schaltgeräten zu verwenden ist, hängt von der Art des Betriebes ab. An sich kommen folgende Schaltgeräte in Frage:

I. Schützen, das sind solche Schaltgeräte, bei denen durch Kraft eines Elektromagneten der Kontakt hergestellt und aufrechterhalten wird. Sie gliedern sich in Ölschützen und Luftschützen.

II. Ferngesteuerte Schalter, bei denen die Kraft des Einschaltmagneten den Kontakt zwar herstellt, aber nicht aufrechterhält. Diese Schalter verklinken sich in der Einschaltstellung.

Die Ausschaltung erfolgt bei Schaltgeräten nach I durch Stromlosmachen der Schützspule, bei Schaltern nach II durch eine Ruhe- oder Arbeitsstromauslösung. Der grundverschiedene Aufbau der Schalter bringt es mit sich, daß Schützen außerordentlich einfach im Aufbau sind, aber verhältnismäßig kleinen Kontaktdruck besitzen, da die Schützenspule für Dauerbetrieb bemessen sein muß. Schaltgeräte nach II haben zwar erheblichen Kontaktdruck, dafür aber den Nachteil, daß die Freilaufkupplung den Schalter für Störungen anfälliger macht. Bei den Schützen ist weiter zwischen den Öl- und Luftschützen mit Rücksicht auf den Kontaktabbrand ein ganz verschiedenes Anwendungsgebiet gegeben. Für große Schalthäufigkeiten eignet sich bislang lediglich das Luftschütz, für geringere Schalthäufigkeiten als preiswertes und einfaches Schaltorgan das Ölschütz. Wird außerdem die Kurzschlußfestigkeit, die bei Schützen nicht erreicht ist, gefordert, so kommen ferngesteuerte Leistungsschalter in Frage. Die Kontakte sind maßgebend für die verschiedene Verwendbarkeit. Als neues Schaltgerät wird ein verklinktes Schütz beschrieben, das in der Einfachheit seines Aufbaues den Schützen gleicht, das aber in der Höhe des Kontaktdruckes mit dem ferngesteuerten Leistungsschalter übereinstimmt.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im Juni 1937.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

W. Jaeger †

Mit dem am 18. 5. d. J. erfolgten Hinscheiden des am 26. 1. 1862 in Frankfurt a. M. geborenen Geh. Regierungs- und Oberregierungsrats Prof. Dr. Wilhelm Jaeger hat die Präzisionsphysik einen ihrer letzten bedeutenden Vertreter verloren. Neben vielen anderen wichtigen Untersuchungen, von denen hier nur seine Arbeiten über Galvanometer, über Wärmeleitung, Elektrizitätsleitung, Wärmekapazität und Thermokraft einiger Metalle sowie seine kalorimetrischen Untersuchungen erwähnt seien, sind an erster Stelle seine grundlegenden Arbeiten über die internationalen elektrischen Einheiten zu nennen, Arbeiten, deren Wert nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. In dem ersten Dezennium seiner sich über 40 Jahre erstreckenden Tätigkeit an der Phys.-techn. Reichsanstalt schuf er die experimentellen Grundlagen für das int. Ohm. Es gelang ihm, die Genauigkeit, mit der diese Einheit dargestellt werden kann, um das Zehnfache des bis dahin Erreichten zu erhöhen und damit den Ansprüchen, die an diese Einheit gestellt werden müssen, nicht nur für jene Zeit, sondern für Jahrzehnte hinaus zu genügen. Die in den Staatsinstituten anderer Länder ausgeführten Arbeiten über das int. Ohm gründen sich wesentlich auf die von ihm gemachten Fortschritte. An die Arbeiten über das Ohm schlossen sich seine grundlegenden theoretischen und experimentellen Untersuchungen über Normalelemente, durch die zusammen mit denen anderer Forscher insbesondere das Westonelement so vervollkommnet worden ist, daß es heute als allgemein anerkanntes Normal der Spannungseinheit dient. Auch um die int. Stromeinheit hat er sich durch eine Anzahl von Untersuchungen, deren letzte er in Gemeinschaft mit Vertretern von England, Frankreich und der Ver. Staaten während der Delegiertenkonferenz in Washington (1910) ausführte, verdient gemacht. Abgesehen von seinen physikalischen Untersuchungen sind hier noch drei Werke zu nennen, in denen er auch die Ergebnisse seiner eigenen Arbeiten verwerten konnte, und zwar seine 1902 erschienene Monographie über Normalelemente, seine 1917 erschienene, nunmehr bereits in 3. Auflage vorliegende Elektrische Meßtechnik und seine im Auftrage des Elektrotechnischen Vereins[1]) anläßlich des internationalen Elektrizitätskongresses in Paris (1932) verfaßte Geschichte der Entstehung der int. Maße der Elektrotechnik.

Phot. Verlag Scherl

W. Jaeger.

Neben seiner Tätigkeit in der Reichsanstalt war er während vieler Jahre nichtständiges Mitglied des Patentamts, eine Stellung, für die er wegen seines umfassenden Wissens und seiner scharfen Kritik besonders geeignet war.

[1]) Heute VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg.

Digitized by Google

Seine wissenschaftliche Schulung verdankt er hauptsächlich den beiden großen Meistern R. Bunsen und H. v. Helmholtz, die sein exaktes Denken und sein Verständnis für chemische und insbesondere phys.-chemische Probleme maßgebend beeinflußt haben. Eine große Lauterkeit des Charakters verbunden mit einer echten Liebenswürdigkeit und einer für Präzisionsarbeiten unentbehrlichen Bedächtigkeit bildeten die Grundzüge seines Wesens. v. Steinwehr, Berlin.

Leopold Janisch †. — Der langjährige Leiter der Abteilung für Bahn- und Kransteuerungen der AEG-Fabriken Brunnenstraße, Obering. Leopold Janisch, ist am 5. 7. 1937 nach kurzer Krankheit gestorben. Von 1903 an hat Obering. Janisch der AEG angehört; die Ausbildung der Straßenbahn-Fahrschalter für betriebssichere Kurzschlußbremsung, die Schaffung des magnetisch betätigten Wechselstromschützes mit Kniehebel-Antrieb und die Auslegung von Schützensteuerungen für Gleichstrom und solcher für Wechselstrom waren im ersten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts Pioniertaten des Verstorbenen, die dem elektrischen Bahnwesen starken Auftrieb gaben. Als später die Fahrzeugleistungen gesteigert wurden und damit die Schwierigkeiten der Regelung wuchsen, faßte Janisch die hauptsächlichsten Steuergeräte zu Schaltwerken zusammen, die entweder durch Druckluft oder elektrische Motoren angetrieben wurden. Die ungeheure Mannigfaltigkeit solcher Ausrüstungen beherrschte er in hervorragender Weise, und es gab keine Betriebsbedingung, zu deren Einhaltung sein erfinderischer Geist keine Lösung wußte. Als er vor mehr als vier Jahren von der Leitung der Abteilung zurücktrat, hielt ihn doch sein Beruf weiter im Bann, und besonders das umfangreiche Problem der elektrischen Bremsung wurde von ihm immer aufs neue bearbeitet und weiter geklärt. — Janisch verband große Bescheidenheit im Auftreten mit einer uneigennützigen Aufgeschlossenheit gegenüber seinen Mitarbeitern, die er stets gern an seinen reichen Erfahrungen teilnehmen ließ.
L. Monath VDE, Berlin.

SCHRIFTTUM.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 3 (048)

Elektrotechnische Berichte. Unter Mitwirkung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E. V. herausg. von F. Moeller VDE. Erscheint zweimal monatlich. Jährlich erscheinen etwa 3 Bände. Preis je Band 48 RM. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937.

Mit der Herausgabe der Elektrotechnischen Berichte soll einem fühlbaren Mangel auf dem Gebiet der Schrifttumsberichterstattung der Elektrotechnik abgeholfen werden. Bis vor einigen Jahren wurde das Referatwesen — abgesehen von den Rundschauteilen der ETZ und anderer technischer Zeitschriften — lediglich durch den Abschnitt „Elektrotechnik" der „Technischen Zeitschriftenschau" betreut. Seit dem Jahre 1935 wurde dann von der „Informationsstelle für technisches Schrifttum" bei der Bücherei der Technischen Hochschule Berlin die Schrifttumskartei „Elektrotechnik" herausgegeben[1]). Beide Veröffentlichungen beschränkten sich bewußt darauf, Hinweise auf Aufsätze und Druckschriften zu bringen, wobei eine ganz kurz gefaßte Inhaltsangabe im wesentlichen eine Erweiterung der Titelangabe bringen sollte.

Im Gegensatz zu diesen beiden Veröffentlichungen sollen die „Elektrotechnischen Berichte" nach den Ausführungen des Herausgebers im Vorwort zum ersten Heft mehr sein als ein einfacher Literaturnachweis. Anknüpfend an die in der Zeit von 1887 bis 1911 erschienenen „Fortschritte der Elektrotechnik" sollen sie schnell, d. h. etwa in 14tägiger Folge zuverlässig und lückenlos in objektiver Form das in- und ausländische Schrifttum der gesamten Elektrotechnik und ihrer Grenzgebiete berücksichtigen. Dem Leser soll die Beschaffung und das Nachlesen der Originalarbeit soweit wie möglich erspart bleiben, indem alle wichtigen Gesichtspunkte des besprochenen Aufsatzes klar hervorgehoben werden, so daß der Leser ohne weiteres entscheiden kann, ob die Originalarbeit für seine Zwecke entbehrlich ist oder nicht. Die Gliederung nach der Dezimalklassifikation sowie das am Abschluß jedes Bandes erscheinende Verfasser- und Sachverzeichnis gewährleisten die Übersichtlichkeit und Ordnung des Stoffes.

Eine Überschneidung der Referate mit den „Physikalischen Berichten" wird sich nicht immer vermeiden lassen, da beide Veröffentlichungen Wert darauf legen, ihrem Leserkreis eine geschlossene Übersicht über ihr Fachgebiet zu geben. Trotzdem dürften die in beiden Referatenblättern gleichzeitig behandelten Veröffentlichungen schätzungsweise nicht mehr als ein Fünftel des Gesamtumfanges ausmachen.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat die Notwendigkeit der Herausgabe eines derartigen Referatenblattes bereits seit Jahren erkannt; in der Wissenschaftlichen Abteilung des VDE wurden Wege zur Abhilfe besprochen. Aus diesem Grunde hat der VDE dem neuen Organ seine Mitwirkung nicht versagt und seinen Mitgliedern damit den Bezug der Berichte zum ermäßigten Preise ermöglicht.

[1]) ETZ 58 (1937) H. 20, S. 548. S. a. S. 801 dieses Heftes.

Unter den Bearbeitern der Referate in den ersten Heften finden sich Namen, die in der Elektrotechnik wohl bekannt sind, so daß die Güte der Berichte hierdurch gewährleistet erscheint. Herm. Wagner VDE.

Vorschriftenbuch des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, 21. Auflage. Nach dem Stande am 1. Januar 1937. Herausgegeben durch die Geschäftstelle des VDE. Mit XVI u. 1414 S. im Format A 5. VDE-Verlag Berlin 1937. Preis geb. 16,20 RM, für VDE-Mitgl. 14,60 RM.

In jahrzehntelanger Entwicklung sind die Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu einem festen Bestandteil des elektrotechnischen Lebens geworden. Eine neue Auflage des Vorschriftenbuchs zeigt jedesmal an, daß wieder vieles aus den Fortschritten der letzten Zeit, wenigstens soweit sie irgend mit Sicherheitsfragen zu tun haben, in diesen festen Bestand eingegangen, sozusagen klassisch geworden ist. Auch diesesmal, wo nach zwei Jahren die 21. Auflage ihrer Vorgängerin gefolgt ist, liegt eine erstaunlich große Anzahl von Erstfassungen und Umarbeitungen vor. 24 Bestimmungen, die sich auf alle Hauptgruppen des Werkes verteilen, kamen neu oder in wesentlich geänderter Form heraus. Ebenso sind Ersterscheinungen bei den lose beiliegenden Umstellvorschriften zu verzeichnen, die bekanntlich zur Förderung bodenständiger Rohstoffwirtschaft herausgegeben werden und für Inlandlieferungen gelten. Jeder Fachmann, gleichviel wo er im weiten Felde der Elektrotechnik steht, wird sich mit der neuen Sachlage befassen müssen. Die nun zum dritten Male bewährte handliche Ausstattung mit Daumenregister und das reiche Sachverzeichnis im Umfang von 156 Seiten erleichtern die Arbeit. R. Vieweg VDE.

Deutsche Physik in vier Bänden. Von Ph. Lenard. Bd. 1. Einleitung und Mechanik. Mit 113 Abb., XV und 249 S. im Format B 5. J. F. Lehmanns Verlag München 1936. Preis geh. 8,80 RM, geb. 10 RM.

Der bekannte Verfasser will die Physik der nordisch geearteten Menschen schreiben. Als Gegenstück wird ihr die jüdische Physik gegenübergestellt, für die Wahrheit nichts Besonderes, nichts von Unwahrem Verschiedenes ist, sondern irgendeine der vielen verschiedenen, jeweils vorhandenen Denkmöglichkeiten. Dagegen ist die arische Physik die Physik der Wirklichkeitsergründer, der Wahrheitssuchenden, die Physik derjenigen, die Naturforschung begründet haben. Das Buch wendet sich daher an diejenigen, die nach Tiefe suchen, nach widerspruchsfreien Grundlagen des Denkens mit der Natur, nach einwandfreier Kenntnis vom Weltganzen. Es soll die Gesamtheit der gut gesicherten Kenntnis von der unbelebten Natur in einheitlichem widerspruchsfreiem Zusammenhang und mit eingehender Begründung bieten. Da Naturerkenntnis nur langsam auf dem Wege stufenweiser Vervollkommnung gewonnen wird, verdient nur das, was alt und daher genügend erprobt ist, Kenntnisnahme in weiteren Kreisen. Ausgehend vom lang Bewährten soll das Werk aber durch alle neuere gut begründete Erkenntnis hindurch bis zu den heute erreichten Grenzen des zusammenhängend gesicherten Wissens vordringen. Besonders sollen drei Dinge von allgemeinster Bedeutung eingehend auf

Digitized by Google

Erfahrung gegründet werden: die Vorstellung, daß alle Massen Energiemassen sind und daß Gravitation Energiewirkung ist; die Annahme, daß jede Energiemasse ihren eigenen Äther hat; der Gedanke, daß alle Energie elektromagnetischen Kraftfeldern zugehört.

Naturgemäß wird die Verwirklichung dieses Programms erst in den folgenden Bänden voll in Erscheinung treten können. Der erste Band bringt nach einer die geistige Grundhaltung bestimmenden Einleitung die allgemeinen Eigenschaften der Materie, die Lehre vom Gleichgewicht und die Bewegungslehre, besondere Bewegungsformen, Drehbewegung und Gravitation und endlich die Mechanik der drei Zustände der Materie. An mathematischen Kenntnissen wird nur Elementarmathematik vorausgesetzt. Der Sinn der Infinitesimalrechnung wird an den Fällen erläutert, die seinerzeit Anlaß zur Entwicklung dieser Rechenweise gaben. In einem Anhang werden diejenigen mathematischen Entwickelungen gebracht, für die die Kenntnis der Rechenregeln der Infinitesimalrechnung erforderlich ist.

W. Bauer.

Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe. Von Dr.-Ing. habil. K. Krekeler. (Werkstattbücher H. 61.) Mit 68 Abb. u. 59 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geh. 2 RM.

Der Verfasser schildert in dem Werkstattbuch, daß die Zerspanbarkeit sich nicht durch eine Zahl ausdrücken läßt, sondern, um praktischen Anforderungen gerecht zu werden, vier Einflußgrößen bzw. -arten zu beachten sind. Die erste Größe ist die Schnittgeschwindigkeit, die so gewählt werden soll, daß eine wirtschaftliche Standzeit der Werkzeugschneide erreicht wird. Die zweite sind die Schnittdrücke, die möglichst klein sein sollen, da sonst eine Überlastung der Werkzeuge und Maschinen eintritt. Geforderte Oberflächengüte des Werkstückes und das geeignete Kühlmittel sind die restlichen Einflußarten.

Im wesentlichen wird in dem vorliegenden Buch die Zerspanbarkeit von Eisen und Nichteisenmetallen geschildert, während die der nichtmetallischen Werkstoffe nur kurz gestreift wird. Für jede Werkstoffart sind die Bearbeitungsarten, wie Drehen, Bohren, Senken, Fräsen usw. besonders unterteilt und viele Angaben über Schnittgeschwindigkeiten und Vorschübe in Form von Tabellen oder Schaubildern enthalten.

Entsprechend den z. Z. vorliegenden Versuchsergebnissen finden sich Schaubilder über Standzeiten der Werkzeugschneiden nur über Drehen und Bohren. Die Schnittgeschwindigkeitsangaben beziehen sich auf Werkzeug- und Schnellstahl, sowie teilweise auf Hartmetall und Diamantwerkzeuge. Eine kurze Zusammenstellung der verschiedenen Oberflächen-Meßverfahren und Richtlinien für die Auswahl von Schneid- und Kühlmittelölen sowie über Kurzversuche für die Prüfung der Zerspanbarkeit bilden eine zweckmäßige Ergänzung der übrigen Angaben.

Der Betriebsmann wird gerne zu diesem Buch greifen, um sich über die Zerspanbarkeit der Werkstoffe zu unterrichten.

A. Krüger.

Anleitungsblätter für das Schweißen im Maschinenbau. Herausg. v. Fachausschuß für Schweißtechnik im Verein deutscher Ingenieure. Aufgestellt von der damit betrauten Arbeitsgruppe des Fachausschusses unter Leitung von Prof. Dr. Thum. Mit zahlr. Abb. u. 52 S. im Format A 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1936. Preis kart. 1 RM.

Dieses kleine Büchlein ist berufen, der Schweißtechnik, die auf so vielen Gebieten in letzter Zeit die ausgedehnteste Anwendung gefunden hat, auch im Maschinenbau einen kräftigen Auftrieb zu geben. Hier ist der Elektromaschinenbau vorbildlich vorangegangen, der Hebezeugbau ist gefolgt, während der Werkzeugmaschinenbau noch im Hintertreffen steht. Namhafte Fachleute haben in dem Büchlein das Grundsätzliche, was der Maschinenbauer beim Entwurf und der Berechnung wissen muß, dargelegt. Man vermißt bei der Bearbeitung noch den Hinweis auf das Drücken und Polieren geschweißter wechselnd hochbeanspruchter Teile, wodurch bekanntlich eine erhebliche Gütesteigerung erzielt wird und es möglich wird, solche Werkstücke, die bisher umständlich und teuer aus dem Vollen heraus gearbeitet wurden, einfacher und billiger durch Aneinanderschweißen mehrerer Teile zu fertigen. J. C. Fritz VDE.

Erläuterungswerke zum Patentgesetz vom 5. Mai 1936.

Zum neuen Patentgesetz ist eine Reihe von Erläuterungswerken erschienen, die nicht nur Patent- und Rechtsanwälte, sondern auch den schaffenden Ingenieur angehen. Aus der Reihe der wertvollsten von ihnen sollen hier einige ihrem Wesen nach kurz vorgeführt werden, um ein Bild davon zu geben, was man von ihnen zu erwarten hat. Sie seien zunächst in der üblichen Weise dem Titel und den sonstigen buchhändlerischen Daten nach angeführt:

Das Patentgesetz vom 5. Mai 1936. Auf der Grundlage des Robolskischen Kommentars für das frühere Gesetz neubearbeitet von Dr. H. Kraußе. 2. Aufl. nach dem Tode des Verfassers ergänzt von Dr. F. Katluhn. Mit XII u. 522 S. im Format 135 × 195 mm. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1936. Preis geb. 15 RM.

Patentgesetz vom 5. Mai 1936. Kommentar v. Geh. Regierungsrat, Direktor i. R. R. Lutter, unt. Mitwirkg. v. Patentanwalt Dr. O. Emersleben. Mit Gebrauchsmustergesetz vom 5. Mai 1936. Erläutert v. Dr. jur. A. Elster. (Guttentagsche Sammlung deutscher Reichsgesetze, Nr. 22.) Mit XII u. 701 S. im Format 110 × 155 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1936. Preis geb. 12 RM.

Patentgesetz und Gebrauchsmustergesetz vom 5. Mai 1936 — Patentanwaltsgesetz vom 28. Sept. 1933 mit den ergänzenden Vorschriften. Von Dr. G. Benkard. (Beck'sche Kurz-Kommentare in Baumbach'scher Erläuterungsweise Bd. 4.) Mit XV u. 402 S. im Format 110 × 165 mm. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München u. Berlin 1936. Preis geb. 8 RM.

Patentgesetz vom 5. Mai 1936 und Gebrauchsmustergesetz vom 5. Mai 1936. Erläut. von Ob.Reg.Rat Dr. Rudolf Busse. Mit 548 S. im Format 125 × 185 mm. Verlag von Georg Stilke, Berlin 1936. Preis geb. 13,50 RM.

Kommentar zum Patentgesetz vom 5. Mai 1936. Von Dozent Dr. jur. habil. Hans Möller. Mit XIII u. 333 S. im Format 125 × 185 mm. Preis geb. 10,80 RM. Mit Beilage: Begründung u. Nebengesetze nach dem Stande vom 15. Okt. 1936. 69 S. im Format 125 × 185 mm. Preis geh. 1,50 RM. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1936.

Patentgesetz vom 5. Mai 1936. Erläutert von G. Klauer u. Dr. Ph. Möhring. Im Anhang: Gebrauchsmustergesetz vom 5. Mai 1936 mit Anmerkungen von Dr. R. Friedrich. Mit VIII u. 656 S. im Format 150 × 220 mm. Verlag Franz Vahlen, Berlin 1937. Preis geb. 20 RM.

Die Erläuterungswerke von Kraußе und von Lutter sind Neuauflagen, die auf das neue Gesetz umgearbeitet sind, alle übrigen Werke erscheinen zum ersten Male. Lutter, Benkard und Busse erläutern neben dem Patentgesetz auch das Gebrauchsmustergesetz.

Die neue (zweite) Auflage von Kraußе ist ein recht umfangreiches, inhaltvolles Werk geworden, das alle Fragen des Patentrechts auf Grund des gegenwärtigen Standes der Rechtsanschauungen behandelt. Für unbedingte Zuverlässigkeit bürgt die Herkunft des Buches aus dem Kreise des Patentsenats beim Reichsgericht. Die Darstellung ist von vorbildlicher Klarheit, eine übersichtliche Gliederung des Textes erleichtert den Gebrauch. Wenn auch den Fragen mehr rechtlicher Natur, so denen der Patentverletzung und des Lizenzrechts, ganz besondere Beachtung geschenkt ist, so kommt doch die technische Seite des Patentrechts im Erteilungs- und Nichtigkeitsverfahren in keiner Weise zu kurz.

Das altbewährte Werk von Lutter bringt in der neuen Auflage eine willkommene Neuerung damit, daß es durch Aufnahme des Gebrauchsmustergesetzes auf das gesamte Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes ausgedehnt ist. Soweit das neue Patentgesetz die alten Bestimmungen wiedergibt, ist am Aufbau und an den grundlegenden Ausführungen nichts wesentliches geändert, der neueren Entwicklung des Patentrechts aber in jeder Beziehung Rechnung getragen worden. Die neuen Gesetzbestimmungen sind den Absichten des Gesetzgebers entsprechend erläutert und ihrer Auswirkung nach ausführlich vor Augen geführt. Dem Verfasser stehen aus langjähriger Tätigkeit im Reichspatentamt und aus umfangreicher schriftstellerischer Tätigkeit große Erfahrungen zur Verfügung, die dem Werk einen hervorragenden Wert für die Praxis verleihen.

Unter den Neuerscheinungen ist zunächst das Werk von Benkard zu erwähnen, dem die Praxis des Patentrechts aus seiner Tätigkeit als Rechtsanwalt beim Reichsgericht geläufig ist. Das Werk ist als „Kurzkommentar" geschrieben und hat äußerlich die Form eines Taschenbuchs. In knappster Darstellung sind hier die einzelnen Bestimmungen, übersichtlich unterteilt erläutert worden. Jeder der schlagartig aufeinander folgenden Sätze ist mit einer Entscheidung belegt. Es ist erstaunlich, welche Fülle von Erfahrungen hier auf engstem Raum zusammengedrängt ist, und wie trotzdem ein voll-

Digitized by Google

ständiges Bild des Patent- und Gebrauchsmusterrechts nach den heute gültigen Anschauungen geboten ist.

Busse hat nach dem Vorwort sein Buch besonders für die Praxis des Reichspatentamts geschrieben. Es behandelt daher besonders ausführlich die Fragen, mit denen das Reichspatentamt befaßt ist, dem der Verfasser als Mitglied angehört. Den eigentlichen Erläuterungen ist eine kurze systematische Einführung in das Patentrecht und in seine Beziehungen zu andern Rechtsgebieten vorausgeschickt. Die Ausführungen zu den einzelnen Bestimmungen sind auf Kosten einer geschlossenen Darstellung sehr weit unterteilt; an verschiedenen Stellen, so z. B. um die im Rahmen des Patentrechts möglichen Klagen und ihre Eigenarten zu veranschaulichen, sind Tafeln benutzt. Das Buch hat so den Charakter eines Nachschlagewerks für das Patent- und Gebrauchsmusterrecht erhalten, in dem die einzelnen Punkte schnell auffindbar und in ihrem Wesen leicht erfaßbar sind.

Das Möller'sche Buch ist als das erste Erläuterungswerk unmittelbar nach Verkündung des neuen Gesetzes erschienen. Unter Ablehnung der alten „Rechtswissenschaft" ist der akademischen Kreisen angehörige Verfasser bemüht, alle Rechtsfragen im Sinne des neuen nationalsozialistischen Rechtsdenkens zu behandeln. Er strebt bei seinen Ausführungen eine einfache klare Ausdrucksweise und eine Beweisführung unter Ausschaltung aller Spitzfindigkeiten an. Das Buch bringt neue Gedanken grundsätzlicher Art, so bezüglich der Anwendung eines schärferen Maßstabs an die Patentfähigkeit von Erfindungen (S. 48) und einer dem heutigen Rechtsempfinden entsprechenden Auslegung der Patente im Verletzungsstreit (S. 99). Soweit sich feste Rechtsregeln gebildet haben, ist die Darstellung mustergültig und vollständig, die Behandlung der schwierigen und umstrittenen Fragen, wie sie z. B. im Rahmen der §§ 4 und 6 auftreten, liegt mehr dem Praktiker. Jedenfalls ist das Buch eine wertvolle Neuerscheinung auf diesem Gebiete und liest sich nicht wie ein trockenes Erläuterungswerk, sondern wie eine lebendige systematische Darstellung des Patentrechts.

Das Buch von Klauer-Möhring ist als letztes der Reihe erschienen und kann daher schon verschiedentlich zu den Ausführungen der bisher besprochenen Werke Stellung nehmen. Für die Bedeutung des Buches sprechen die Namen der Verfasser. Sie haben ein tiefgründiges Erläuterungswerk geschaffen, das in alle Feinheiten des Patentrechts hineinleuchtet. Die Aufteilung des Stoffs und die Darstellungsweise ist vorbildlich. Eine kurze Einleitung bringt die geschichtliche Entwicklung der Patentgesetzgebung sowie einen systematischen Überblick über das Patentrecht und die verwandten Rechtsgebiete. Im eigentlichen Erläuterungsteile wird jede Frage erschöpfend behandelt und klar beantwortet unter eingehender Begründung und Stützung auf Rechtsprechung und Schrifttum. Hierbei ist besonders der neuen Rechtsprechung einschließlich des Jahres 1936 Beachtung geschenkt worden, dem Schrifttum nur insoweit, wie es auf die Rechtsentwicklung grundlegenden Einfluß gehabt hat. Bei der Erläuterung der alten Bestimmungen kommt den Verfassern ihre umfassende Kenntnis der Praxis, im neuen Recht ihre Mitwirkung an seinem Zustandekommen zugute. Auch das neue Gebrauchsmusterrecht hat in einem Anhange eine kurze, aber alles Wesentliche berührende Erläuterung gefunden.

Es wäre bei dem hier zur Verfügung stehenden Raume gewagt, über diese allgemeine Kennzeichnung hinaus die angeführten Werke ihrem Werte nach in eine bestimmte Rangordnung zu bringen. Es dürfte aber doch von Interesse sein, einmal für eine bestimmte Frage zu prüfen, was sie leisten. Ich wähle hierzu die vielumstrittene Frage, ob das Patentamt berechtigt ist, im Erteilungsverfahren bei der sogenannten Identitätsprüfung einer Anmeldung gegenüber einem nicht vorveröffentlichten älteren Patente den Schutzumfang dieses Vorpatents, ähnlich wie im Verletzungsstreite gegenüber einer Nachahmung, zu prüfen. Diese Frage tritt im Rahmen des § 4, Abs. 2 des neuen Patentgesetzes auf, der dem § 3 Abs. 1 des alten Gesetzes entspricht. Nach der bisherigen Anschauung hatte das Patentamt hierbei nur den Gegenstand und nicht den Schutzumfang des Vorpatents zu berücksichtigen, erst mit einer grundlegenden Entscheidung aus dem Jahre 1933 hat sich das Patentamt von dieser Einschränkung freigemacht und zwar zunächst noch im Gegensatz zum Reichsgericht. Die Neuauflagen von Krauße und von Lutter und ebenso das neue Werk von Klauer-Möhring nehmen ausführlich zur Entwicklung dieser Frage Stellung und befassen sich eingehend mit der schwierigen patentrechtlichen Bewertung etwaiger Unterschiede zwischen Vorpatent und Nachanmeldung. Benkard gibt in Form seiner Kurzberichte den wesentlichen Inhalt der erwähnten Entscheidung wieder und bringt auch knapp, aber doch deutlich gehaltene und mit neuen Entscheidungen belegte Fingerzeige für die Behandlung der Unterschiede. Dagegen ist diese wichtige Frage bei Busse (S. 128) verhältnismäßig recht kurz behandelt worden. Die erwähnte Entscheidung wird zwar neben überholten Entscheidungen angeführt, aber nicht in ihrer Bedeutung gewürdigt. Auch Möller, der diese Frage von der allgemeinen Übung abweichend unter § 3 behandelt, geht auf ihre Feinheiten nicht ein, gibt aber ein sehr anschauliches Bild ihres Wesens besonders durch Gegenüberstellung mit der Neuheitsprüfung gemäß § 2.

Wenn ein solcher Einzelpunkt offenbar auch nicht das Gesamturteil bestimmen darf, so gibt er aber doch einen gewissen Anhalt dafür. Jedes der Bücher hat seine Eigenart und will eine bestimmte Aufgabe erfüllen. Je nach den Bedürfnissen wird man zu dem einen oder dem andern greifen und aus jedem in seinem Rahmen wertvolle Hilfe für die Handhabung des neuen Gesetzes schöpfen. K. Kahle VDE.

Röntgen. Roman eines Forschers. Von F. L. Neher. Mit 345 S. im Format 135 × 200 mm. Verlag Braun & Schneider, München 1936. Preis geh. 3,60 RM, geb. 4,80 RM.

Neher hat sich in seinem Röntgenroman die schwierige Aufgabe gestellt, das Leben eines großen Mannes darzustellen, der erst vor 13 Jahren von uns gegangen ist und den noch viele unter den heute Lebenden gekannt haben. Wer das Buch mit der Befürchtung zur Hand nimmt, den Entdecker der X-Strahlen darin im landläufigen Sinne als „Romanhelden" zu sehen, ist angenehm enttäuscht; es ist Neher wirklich nur um den Forscher zu tun. Kleine liebevoll ausgemalte Züge zeigen uns auch den ausgezeichneten Menschen, der er war; aber sie überwuchern nicht das Bild des um seine Wissenschaft ringenden Gelehrten. Wenn das Buch demnach als die gediegene Arbeit eines ernst zu nehmenden Schriftstellers anerkannt werden muß, so läßt sich doch ein Bedenken nicht unterdrücken, das sich freilich gegen jeden Roman dieser Gattung richtet. Neher muß dem Leserkreis, an den er sich wendet, verständlich bleiben; deshalb muß er seinen Helden in dem volkstümlichen Stil denken lassen, wie er den Aufsätzen „unterm Strich" in den Tageszeitungen angemessen ist. Röntgen hat aber als Physiker gedacht, und diese Art des Denkens wäre für die große Mehrzahl der Leser unverständlich und deshalb langweilig gewesen. Vielleicht hat der Verfasser Recht daran getan, sich über diese Bedenken, die ihm wohl sicher bewußt gewesen sind, hinwegzusetzen. Denn sonst wäre das Buch ungeschrieben geblieben, und das hätten gerade die bedauern müssen, die den Wunsch haben, daß das Bild des großen Forschers in seiner ganzen Unantastbarkeit im deutschen Volke fortleben möge. J. Wallot VDE.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher

Study referring to the relation between the specific inductive capacity and the refractive index of light and of density. Von Prof. L. F. Vegas. Mit 26 S. im Format 165 × 240 mm. Caracas (Venezuela) 1936.

Zur Viskosimetrie. Mit einem Anhang: Internationale Tabellen für Viskosimeter. Von Prof. Dr. L. Ubbelohde. 2. verbess. Aufl. Mit 41 S. im Format A 4. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1936. Preis geb. 7,50 RM.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Wilm Kind, Berlin-Haselhorst, Küsterstr. 45.
Kurt Larché, Berlin-Tempelhof, Renate-Privat-Str. 12.
Martin Reger, Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstr. 4—5.
Karl Potthoff VDE, Stuttgart-W., Pflaumstr. 85.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Abschluß des Heftes: 16. Juli 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 29. Juli 1937** **Heft 30**

Messungen an Rundfunkempfängern.

(Mitteilung aus dem Institut für elektrische Schwingungslehre und Hochfrequenztechnik an der T. H. Berlin.)

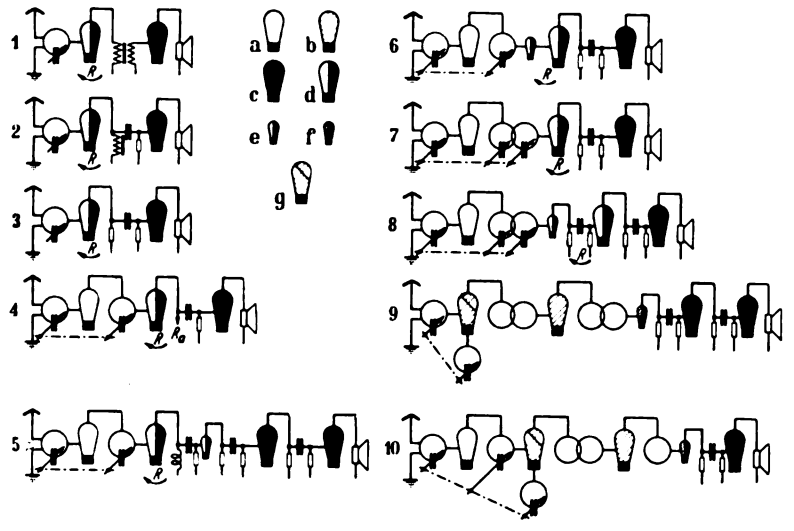
Von **H. Jungfer** und **H. Köpke**, Berlin.

621. 396. 722. 08

Übersicht. Die für Rundfunkempfänger kennzeichnenden Eigenschaften*) (Empfindlichkeit, Trennschärfe und Wiedergabegüte) werden an einer Anzahl von Empfängern ermittelt. Der grundsätzliche Zusammenhang dieser Kennwerte mit der Empfängerbauweise wird besprochen.

I. Grundsätzliches über die untersuchten Geräte.

An 42 Empfängern des Baujahres 1935/36 wurden Messungen ausgeführt[1]), die durch die Angaben der Zahlentafel 1 und Abb. 1 näher gekennzeichnet sind. Zahlentafel 1 ist unterteilt nach Einkreisern (Nr. 1 bis 11), Zweikreisern (Nr. 12 bis 23) und Dreikreisern (Nr. 24 bis 26). Außer diesen Empfängern in Geradeausschaltung enthält die Zahlentafel unter Nr. 27 bis 42 die Überlagerungsgeräte. In Zahlentafel 1 enthalten die Spalte 3 den Röhrensatz, Spalte 4 die Stromart und Spalte 6 eine kurze Kennzeichnung der Schaltung. Ferner verweisen die Zahlen in Spalte 5 auf die grundsätzlichen Schaltbilder, die für den größten Teil der untersuchten Geräte in Abb. 1 zusammengestellt sind. Der Pfeil mit dem Buchstaben *R* bedeutet die Rückkopplung. Bei den Zweikreisern fällt auf, daß fast alle Geräte eine Art Normalschaltung (Nr. 4 in Abb. 1) aufweisen. Hierbei kommt allerdings nicht zum Ausdruck, daß sich diese Empfänger in der Art des Empfangsgleichrichters unterscheiden; teilweise ist auch Schwundausgleich vorhanden (s. Spalte 6 der Zahlentafel 1). Die in den Schaltungen 5 bis 6 dargestellten Empfänger Nr. 20 und 21 machen von einem klirrfaktorarmen Empfangsgleichrichter Gebrauch. Die Dreikreisempfänger für Netzanschluß zeigen die Schaltbilder 7 und 8. Beide enthalten Schwundausgleich sowie ein Bandfilter hinter der Hochfrequenzstufe, unterscheiden sich jedoch in der Empfangsgleichrichtung. Für die Überlagerungsgeräte ist in Spalte 2 der Zahlentafel 1 die Zahl der Kreise vor der Mischstufe und die Zahl der Zwischenfrequenzkreise getrennt angegeben. Die Geräte Nr. 27 bis 35 sind handelsübliche Vierröhrensuper (Schaltung 9 in Abb. 1), die entweder die Oktode AK 2 (Nr. 27 bis 30) oder Mischhexoden (Nr. 31 bis 35) verwenden. Die Empfänger Nr. 36 bis 42 stellen Geräte dar, die von der üblichen Bauweise abweichen. Einzelheiten der untersuchten Empfänger werden getrennt in den folgenden Abschnitten beschrieben.



a Hochfrequenzröhre
b Zwischenfrequenzröhre
c Niederfrequenzröhre
d Röhre, Hoch- und Niederfrequenz verarbeitend, meist Empfangsgleichrichter
e Hochfrequenzgleichrichter mit Zweipolröhre
f Zwischenfrequenzgleichrichter mit Zweipolröhre
g Mischröhre

Die Zahlen beziehen sich auf Spalte 5 der Zahlentafel 1.

Abb. 1. Grundsätzliche Schaltbilder der Geräte.

II. Eingangsspannungsbedarf.

Die folgenden Kurven zeigen den Eingangsspannungsbedarf für 50 mW Ausgangsleistung (Empfindlichkeit) in Abhängigkeit von der Frequenz. Sie wurden bei zurückgedrehter Rückkopplung und aufgedrehter Lautstärkeregelung aufgenommen. Bei Einkreisern ist ihr Verlauf im wesentlichen durch die Wahl der Antennenankopplung bestimmt. Hierfür sind die Kurven nach Abb. 2 ein Beispiel. Die sieben Abgriffe der Ankopplungsspule gestatten, die Eigenwelle der Antenne an die jeweilige Empfangsfrequenz anzupassen und so eine höhere Empfindlichkeit zu erzielen. Demgegenüber stehen Empfänger, bei denen die Eigenwelle der Antenne oberhalb oder unterhalb des Empfangsbereichs gelegt ist. Die Kurven nach Abb. 4 zeigen den Verlauf in allen Einzelheiten; für den Vergleich der einzelnen Empfänger unter sich sind sie zu wenig übersichtlich. Deshalb wurde aus der Empfindlichkeitskurve jedes Empfängers der Eingangsspannungsbedarf für die Frequenzen 1300, 550, 230 und 170 kHz ermittelt und diese Wertegruppe in Form eines Strichdiagramms für sämtliche gemessenen Empfänger in Abb. 3 zusammengestellt. Alle Einkreiser (Nr. 1 bis 11) enthalten Fünfpolendröhren; auch

*) Siehe den Rundschaubericht auf S. 821 dieses Heftes.

[1]) Die Messungen wurden am Institut für elektrische Schwingungslehre und Hochfrequenztechnik an der T. H. Berlin ausgeführt.

Digitized by Google

der Empfangsgleichrichter ist meist eine Fünfpolröhre in Audionschaltung (Nr. 2 bis 9), deren Ankopplung an die Endstufe über eine Widerstands- oder Drosselkopplung erfolgt. Die Empfänger Nr. 10 und 11 sind Geräte mit Allstromröhren, während alle anderen für Wechselstromnetzanschluß eingerichtet sind. Die Empfänger weisen jedoch keine wesentlichen Empfindlichkeitsunterschiede auf. Bei den Zweikreisgeräten wird der Einfluß der Antennenkopplung auf den Kurvenlauf durch andere Einflüsse überdeckt. Die Kurven verlaufen für die einzelnen Geräte sehr verschiedenartig und sind von der Güte des Gleichlaufs und der Schwingungskreise abhängig. Der Spannungsbedarf der Zwei- und Dreikreisempfänger ist gleichfalls in Abb. 3 eingetragen. Sieht man von dem Gerät Nr. 12 ab, so zeigen alle Empfänger durchschnittlich die gleiche Empfindlichkeit. Diese ist um 1 bis 2 Zehnerpotenzen günstiger als die der Einkreiser. Vereinzelte Abweichungen — insbesondere im Langwellenbereich — deuten auf schlechten Abgleich oder auf schlechte Kopplungsverhältnisse zwischen den einzelnen

Zahlentafel 1. Übersicht der untersuchten Empfänger.
(W Wechselstrom, GW Gleich- und Wechselstrom, B Batterie).

Nr.	Kreiszahl	Röhrensatz	Stromart	Schaltbild Nr.	Bemerkungen
1	1	904/164	W	1	Induktive Kopplung, Rückkopplung.
2	1	AF 7/164	W	—	Widerstandskopplung, Rückkopplung.
3	1	AF 7/164	W	—	Rückkopplung.
4	1	1284/1374 d	W	3	Widerstandskopplung, Rückkopplung.
5	1	1284/1374 d	W	3	Widerstandskopplung, Rückkopplung.
6	1	1284/964	W	2	Induktive Kopplung, Rückkopplung.
7	1	1284/964	W	3	Widerstandskopplung, Rückkopplung.
8	1	AF 7/964	W	2	Induktive Kopplung, Rückkopplung.
9	1	AF 7/AL 1	W	2	Induktive Kopplung, Rückkopplung.
10	1	WG 34	GW	—	Widerstandskopplung, Richtverstärker, Rückkopplung.
11	1	WG 34	GW	—	Audion, Rückkopplung.
12	2	AF 7/AF 7/AL 1	W	4	Widerstandskopplung, Audion, Rückk.
13	2	AF 7/AF 7/AL 1	W	4	Richtverstärker, Schwundausgleich.
14	2	AF 7/AF 7/AL 1	W	4	Widerstandskopplung, Richtverstärker, Rückkopplung.
15	2	AF 7/AF 7/AL 1	W	4	Widerstandskopplung, Richtverstärker, Rückkopplung.
16	2	AF 7/AF 7/AL 1	W	4	Widerstandskopplung, Audion, Rückk.
17	2	AF 3/AF 7/AL 1	W	4	
18	2	AF 3/AF 7/AL 1	W	4	Widerstandskopplung, Audion, Rückk.
19	2	CF 3/CF 7/CL 2	GW	4	Widerstandskopplung, Richtverstärker, Rückkopplung.
20	2	AH 1/AF 3/ AB 2/AC 2/AL 1	W	5	Widerstandskopplung, Rückkopplung, Zweipolröhre.
21	2	AF 7/AB 2/ AF 7/AL 2	W	6	Widerstandskopplung, Rückkopplung, Zweipolröhre.
22	2	CH 1/CF 7/CL 2	GW	4	Induktive Kopplung, Audion, Rückk.
23	2	CH 1/CL 2	GW	—	Induktive Kopplung, Reflexschaltung.
24	3	AH 1/AF 7 AL 1/AB 2	W	7	Widerstandskopplung, Richtverstärker, Schwundausgleich.
25	3	AH 1/AB 2/ AF 7/AL 1	W	8	Widerstandskopplung, Zweipolröhre, Rückkopplung, Schwundausgleich.
26	3	KF 3/KF 4/ KF 4/2×KL 1	B	—	Audion, Rückkopplung.
27	1/4*)	AK 2/AF 3/ AB 2/AC 2/AL 1	W	9	Widerstandskopplung.
28	1/4	AK 2/AF 3/ AB 2/AF 7/AL 1	W	9	Widerstandskopplung.
29	1/4	AK 2/AF 3/ AB 2/AF 7/AL 2	W	9	Widerstandskopplung.
30	2/4	AK 2/AF 7/ AB 2/AF 7/AL 1	W	9	Widerstandskopplung.
31	1/4	ACH 1/AH 1/ AB 2/AF 7/AL 1	W	9	Widerstandskopplung.
32	1/4	AH 1/AC 2/AF 3/ AB 1/AF 7/AL 2 (AB 1)	W	9	Widerstandskopplung, getrennter Oszillator.
33	2/4	ACH 1/1294/ AB 1/1284/964	W	9	Widerstandskopplung.
34	2/4	ACH 1/1294/ AB 1/1284/964	W	9	Widerstandskopplung.
35	1/3	ACH 1/AH 1/ AB 2/AC 2/AL 1	W	9	Induktive Kopplung.
36	2/4	AK 2/AF 3/ AB 2/AL 1	W	9	Widerstandskopplung.
37	2/3	AF 3/AK 2/ AF 7/AB 2/AL 1	W	10	Widerstandskopplung.
38	1/4	AK 2/AH 1/ AF 7/AB 2/AL 2	W	—	Widerstandskopplung, Audion, Schwundausgleich m. Zweipolröhre.
39	1/4	AK 1/1234/ 1254/964	W	9	Widerstandskopplung.
40	5	1234/1224/1254/ 964	W	—	Widerstandskopplung.
41	2/6	AH 1/AC 2/ AH 1/AF 3/ ABC 1/AC 2/ AC 2/2×604	W	—	Widerstandskopplung, Gegentaktendstufe, 2×ZF.
42	1/4	WG 35/WG 36	GW	—	Widerstandskopplung.

*) Die erste Zahl bedeutet die Anzahl der Kreise vor der Mischröhre, die zweite die Kreiszahl im Zwischenfrequenzteil.

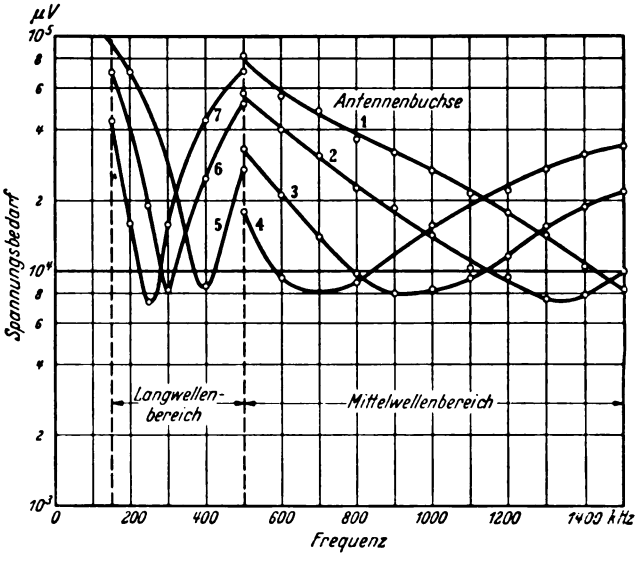


Abb. 2. Empfindlichkeitskurven eines Einkreisers abhängig vom Abgriff der Antennenkopplungsspulen.

Stufen hin. Die GW-Empfänger sind den Wechselstromgeräten etwa gleichwertig. Gerät Nr. 23, ein Empfänger mit zwei Röhren in Reflexschaltung, liegt etwas unter dem Durchschnitt. Die beiden Dreikreiser Nr. 24 und 25 weisen etwa gleiche Empfindlichkeit auf wie die Zweikreiser, auch das Batteriegerät Nr. 26 hat eine recht gute Empfindlichkeit. Die Empfindlichkeitswerte der Überlagerungsempfänger bringt die Zusammenstellung in Abb. 3 unter den Nummern 27 bis 42. Die Empfänger Nr. 27 und 28 unterscheiden sich erheblich trotz gleicher Schaltung und Röhrenbestückung. Empfänger Nr. 28 zeigt verhältnismäßig gleichbleibende Empfindlichkeit für alle vier Normalwellen. Darin kommt offenbar der konstante Anteil des Zwischenfrequenzverstärkers an der Gesamtverstärkung zum Ausdruck, während schlechter Gleichlauf bei einem Teil der übrigen Geräte diesen Einfluß überdeckt. Besonders auffallend sind bei einer großen Anzahl von Empfängern die großen Empfindlichkeitsunterschiede zwischen Mittel- und Langwellenbereich (Nr. 27, 30, 35, 39). Der Eingangsspannungsbedarf der Super liegt bei etwa 10 μV. Die Werte für Nr. 31 bis 35 sind etwas günstiger als für die Empfänger Nr. 27 bis 30, entsprechend der größeren Verstärkung der ACH 1. Der Eingangsspannungsbedarf für den Kleinsuper Nr. 36 ist etwas geringer als bei den besten Zweikreisern.

III. Trennschärfe.

Der Verlauf der Trennschärfekurven für einen Einkreiser ist in Abb. 4 a dargestellt. Auffallend ist die starke Abhängigkeit der Trennschärfe von der Empfangsfrequenz. Stärkere Unsymmetrien der Kurven treten bei einigen Geräten im Langwellenbereich auf und weisen

Digitized by Google

offenbar auf eine ungünstige Lage der Antennenresonanz hin. Liegt diese nämlich innerhalb des Empfangsbereiches, so wirkt der Abstimmkreis zusammen mit der Antenne

Trennschärfe im Langwellenbereich auf. Im allgemeinen liegen auch hier die Werte aller Geräte in gleicher Größenordnung. Insbesondere ist die Anzahl der Kreise

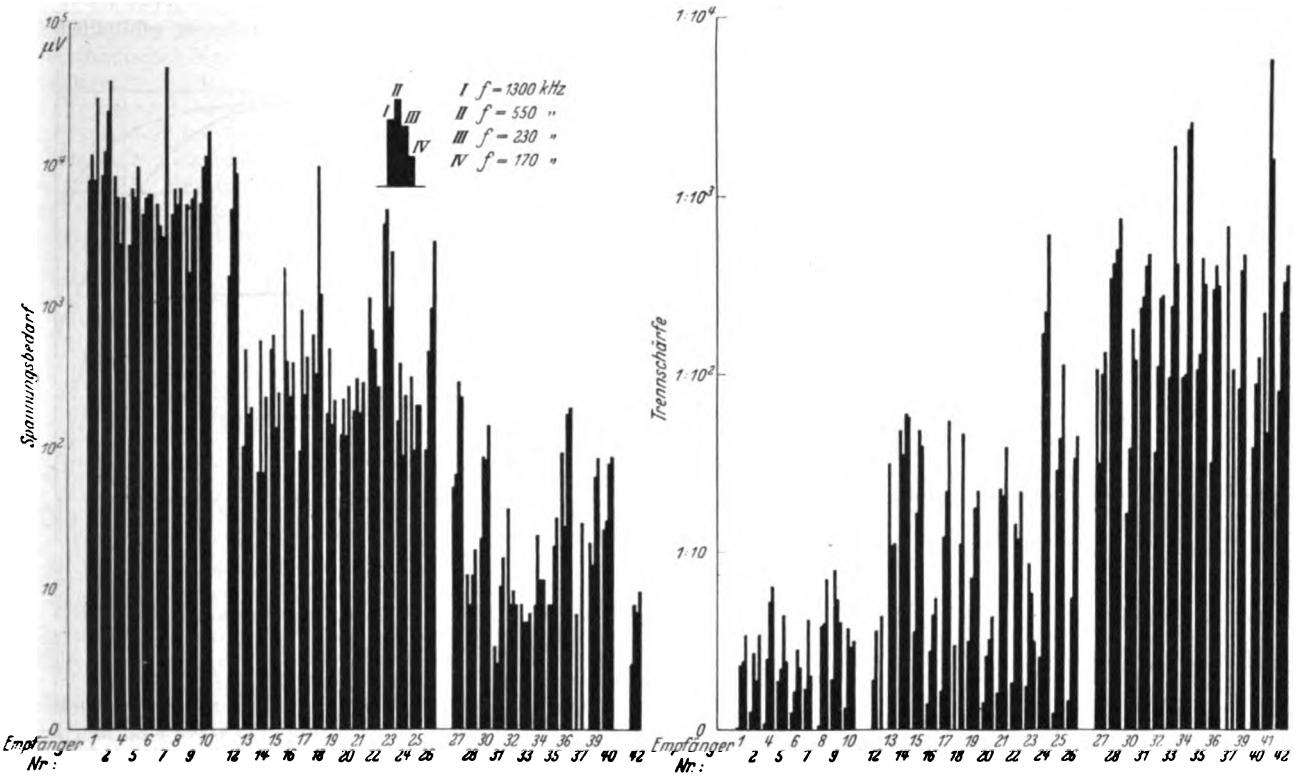
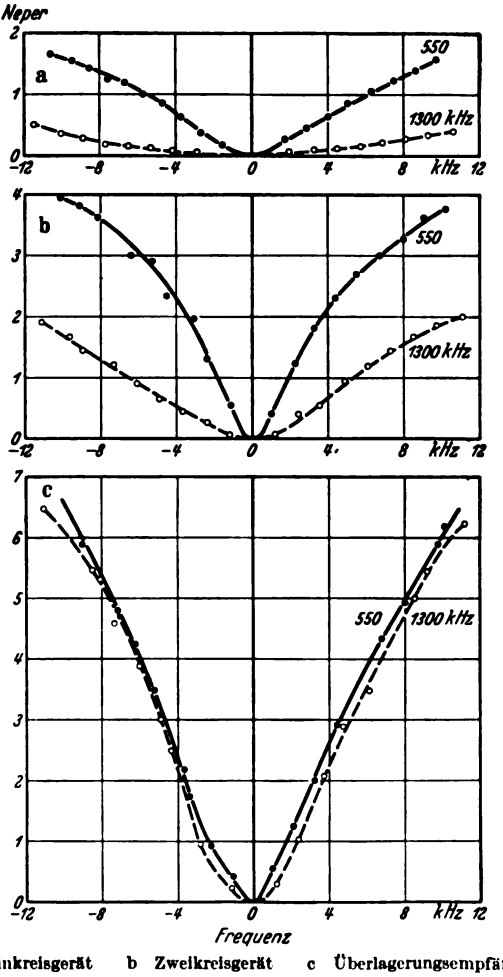


Abb. 3. Spannungsbedarf und Trennschärfe der Empfänger.

als Bandfilter, sobald sich die Empfangsfrequenz der Eigenfrequenz des Antennenkreises nähert. Da die Dämpfungen von Schwingkreis und Antennenkreis in der Regel stark verschieden sind, wirkt sich der zweite Höcker hauptsächlich als eine Verformung der Trennschärfekurve aus. In Abb. 4 b ist das Beispiel eines Zweikreisempfängers dargestellt. Die Flankensteilheit ist wesentlich größer. Die Trennschärfe ist wie bei den Einkreisern von der Frequenz abhängig. Unsymmetrien der Kurven haben ihre Ursache vorwiegend im schlechten Gleichlauf der Kreise. In der Abb. 4 c sind zwei Trennschärfekurven eines Überlagerungsempfängers dargestellt. Die beiden Kurven fallen fast zusammen, weil die Hochfrequenzverstärkung für die verschiedenen empfangenen Frequenzen hinter der Mischröhre im Zwischenfrequenzverstärker mit der gleichen Betriebsfrequenz erfolgt. In der Regel sind mindestens zwei Kreise zu einem Bandfilter zusammengefaßt. Die Kurven der Überlagerungsempfänger zeigen allgemein eine größere Trennschärfe, die außerdem wenig von der Empfangsfrequenz abhängt. Bei veränderlicher Bandbreite lassen sich auch Kurven erhalten, die einen Bandfiltercharakter aufweisen. Abb. 3 zeigt auch die Zusammenstellung der Trennschärfewerte für alle Empfänger. Die Einkreiser sind im Diagramm unter Nr. 1 bis 10, die Zweikreiser unter Nr. 12 bis 23 enthalten. Bei den Empfängern in Geradeausschaltung ist für 1300 kHz die Trennschärfe sehr klein gegenüber den bei den anderen drei Frequenzen gemessenen Werten. Es fällt auf, daß einige Zweikreisgeräte durchaus keine bessere Trennschärfe als gute Einkreiser besitzen. Bei den Zweikreisern konnten weder Unterschiede zwischen Reflex- und Geradeausschaltung, noch Einflüsse der Röhrenbestückung festgestellt werden. Abb. 3 enthält auch die Trennschärfewerte der untersuchten Überlagerungsempfänger unter Nr. 27 bis 42. Die Empfänger Nr. 27 und 30, die bereits eine geringe Empfindlichkeit aufwiesen, sind auch wenig trennscharf. Daraus läßt sich auf Gleichlauffehler schließen. Gerät Nr. 34 fällt durch besonders große

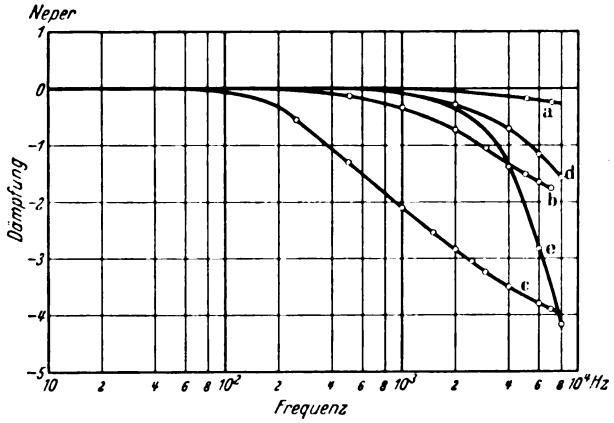


a Einkreisgerät b Zweikreisgerät c Überlagerungsempfänger

Abb. 4. Trennschärfekurven verschiedener Empfängerarten.

Digitized by Google

nicht unbedingt maßgebend für die Trennschärfe. Vielmehr können diese Kreise dazu dienen, um bei gleicher Trennschärfe ein breiteres Frequenzband zu übertragen. Kennzeichnend für den Überlagerungsempfänger mit seiner größeren Kreiszahl ist der Umstand, daß die Dämpfung bei geringer Verstimmung zunächst wenig zunimmt, um bei Frequenzen über 4 kHz stark anzusteigen. Abb. 5 bringt die Gegenüberstellung der drei hauptsächlichen Empfängerklassen. Ihr Verlauf bildet ein Maß für die Schwächung der Seitenfrequenzen der empfangenen Trägerwellen. Die Kurven *a*, *b* und *c* gelten für einen Einkreiser mit verschieden starker Rückkopplung, und zwar *a* ohne, *b* für mittlere, *c* für starke Rückkopplung. Andersartig verlaufen die Kurven *d* für einen Zweikreiser bei nicht angezogener Rückkopplung und die Kurve *e* für einen Überlagerungsempfänger. Der Unterschied zwischen *c* und *e* ist besonders auffällig. Bei stark rückgekoppeltem Einkreiser findet also ein starkes



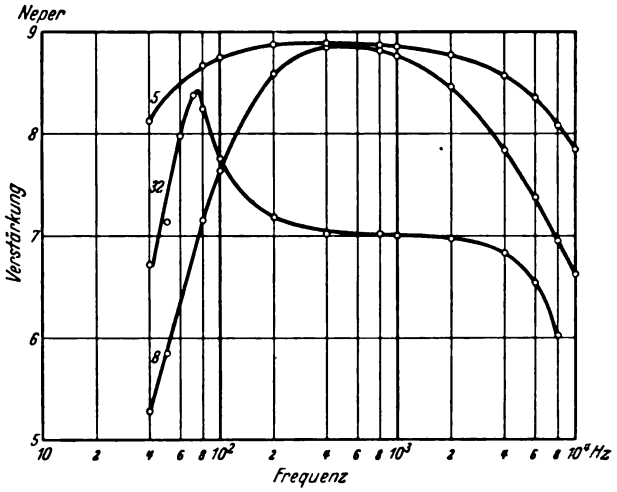
a, b, c Einkreisgerät (c = stärkste Rückkopplung)
d Zweikreisgerät e Überlagerungsempfänger

Abb. 5. Hochfrequente Schwächung des übertragenen Niederfrequenzbandes.

Beschneiden der Seitenbänder oberhalb 400 Hz statt, beim Super tritt dagegen eine Schwächung der Seitenfrequenzen erst oberhalb 4000 Hz auf. Dabei ist die Trennschärfe wesentlich größer, wie durch den steileren Abfall der Kurve *e* angezeigt wird.

IV. Wiedergabegüte.

Die Frequenzabhängigkeit des Niederfrequenzverstärkers wurde zwischen dem Tonabnehmeranschluß und dem Empfängerausgang ermittelt. In Abb. 6 sind die Frequenzkurven zweier Einkreisgeräte dargestellt (Nr. 5 und Nr. 8). Der Kurvenverlauf von Nr. 5 ist kennzeichnend für eine Widerstandskopplung, derjenige des Gerätes Nr. 8 für eine induktive Kopplung bei billigeren Geräten. Die Geräte mit Widerstandsverstärkung weisen eine bedeutend gleichmäßigere Verstärkung der verschiedenen Frequenzen auf als Empfänger mit Drosselkopplung. Dabei ist die Verstärkung bei 400 Hz in beiden Fällen etwa gleich. Ein Abfall nach den unteren Frequenzen geht auf Kosten der guten Wiedergabe der tiefen Töne, läßt aber Ersparnisse in den Siebmitteln zu, die beim Einkreiser von Bedeutung sind. Die Mehrkreisgeräte unterscheiden sich im Niederfrequenzteil schaltungsmäßig nicht von den Einkreisern. Jedoch ist mit Rücksicht auf die höhere Preisklasse hier ein größerer Aufwand tragbar. Beim Super schließlich sind Sonderbauarten mit Anhebung der Höhen oder Tiefen vorhanden (Abb. 6, Nr. 32). Im Strichdiagramm Abb. 7 ist das Frequenzband für alle untersuchten Empfänger eingetragen für den Fall, daß an den Frequenzgrenzen ein Abfall von 0,2 Neper gegenüber 400 Hz zugelassen wird. Von einigen Geräten mit betont guter Klangwiedergabe abgesehen ist das Frequenzband der billigeren Einkreiser sehr klein. Besonders fallen die Empfänger Nr. 1, 3, 6, 8 und 9 auf, die alle induktive Kopplung aufweisen. Bei den Zwei- und Dreikreisgeräten nimmt das übertragene Frequenzband im wesentlichen nach den Tiefen hin zu, deren Übertragung mit Rücksicht auf die Wiedergabegüte besonders erwünscht ist. Die Überlagerungsempfänger schließlich be-



Nr. 5. Einkreisgerät mit Widerstandskopplung
Nr. 8. Einkreisgerät mit induktiver Kopplung
Nr. 32. Überlagerungsempfänger mit Tiefenentzerrung

Abb. 6. Frequenzabhängigkeit des NF-Teils.

sitzen als Spitzengeräte das breiteste Frequenzband. Unterschiede zwischen den Kopplungsarten sind hier nicht mehr feststellbar. Allen Empfängern gemeinsam ist die vorsichtige Bemessung des übertragenen Frequenzbandes nach oben. Dieser Umstand ist in der Verwendung des Gerätes zum Fernempfang begründet. Liegt nämlich in 9 kHz Abstand vom empfangenen Sender ein zweiter starker Sender, so wird sein Träger entsprechend den

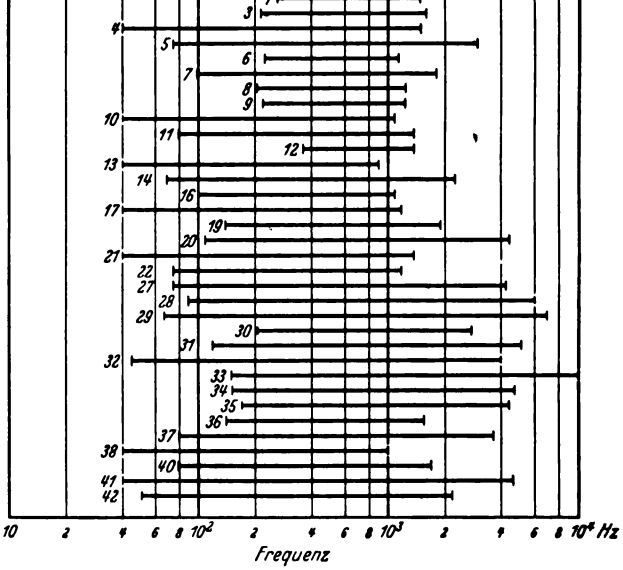


Abb. 7. Übertragenes Niederfrequenzband der untersuchten Empfänger.

hochfrequenzseitig ermittelten Trennschärfewerten geschwächt. Ist diese Schwächung bei wenig trennscharfen Geräten zu gering, so hört man neben der Modulation des empfangenen Senders auch die des Störsenders. Ist dagegen die Bedingung erfüllt, daß der störende Träger in die Größenordnung der Seitenfrequenzen herabgedrückt ist, so macht sich lediglich der störende Sender als 9 kHz-Ton im Lautsprecher bemerkbar, da er als Seitenfrequenz zu dem empfangenen Träger aufgefaßt werden kann. Ebenso erscheint bei starken Modulationsgraden eine

Digitized by Google

Modulationsfrequenz des Störsenders von z. B. 2 kHz nun als Niederfrequenz von 7 kHz [9 kHz (Senderabstand) — 2 kHz] zur empfangenen Trägerfrequenz. Es findet also eine Umkehrung der Tonhöhe bei der Gleichrichtung statt, und die Modulation des Störsenders erscheint als unverständliches Nebensprechen neben der Modulation des empfangenen Senders. Eine Unterdrückung dieser störenden Frequenzen dient also der Trennschärfeerhöhung. Ferner wurden der Verstärkungsgrad und der Klirrfaktor des Niederfrequenzteiles für eine Anzahl von Empfängern bestimmt. Der Verstärkungsgrad liegt bei 400 Hz zwischen 5 und 8 Neper. Der Klirrfaktor ist bei richtig gewählten Betriebsbedingungen im wesentlichen durch die Endröhre bestimmt. Ein mit Sparschaltung ausgerüstetes Gerät gestattet die Verringerung der Endleistung durch Herabsetzen der Anodenspannung. Bei einem Klirrfaktor von 5 % sinkt die Ausgangsleistung bei Sparschaltung auf etwa ein Viertel der normalen Endleistung ab.

Zusammenfassung.

Durch die Zusammenstellung der Empfängerkennwerte in Diagrammform wird ein übersichtliches Bild über die einzelnen Empfängergruppen vermittelt. Die auftretenden Abweichungen vom Durchschnitt sind bei sonst einwandfreiem Aufbau der Geräte gering. Ihre Ursache wird aus Unterschieden der Bauweise erklärt.

Versuch zur Rundfunkentstörung einer Hochspannungsleitung auf einem begrenzten Abschnitt.

(Mitteilung aus dem Reichspostzentralamt.)

Von F. Conrad VDE, Berlin.

621. 396. 828 : 621. 315 1

Übersicht. In Ortschaften, durch die rundfunkstörende Hochspannungsleitungen führen, wird der Entstörungstechnik häufig die Aufgabe gestellt, Empfangsbeeinträchtigungen im Bereich der Leitung zu beseitigen. In Deutschland ist die Entstörung einer solchen Hochspannungsleitung erstmalig auf einem begrenzten Abschnitt durch Vermeidung der Störquellen auf der Leitung selbst sowie durch Abriegelung gegen deren leitungsgebundene Fernwirkung durchgeführt worden.

Allgemeines und Aufgabenstellung.

Im allgemeinen wird die Bedeutung der Hochspannungsleitungen für die Übertragung von Rundfunkstörungen unterschätzt. Über das Freileitungsnetz können hochfrequente Störungsschwingungen auf weite Entfernungen verbreitet werden, denn eine solche Leitung besitzt bis zu sehr hohen Frequenzen hinauf eine geringe Übertragungsdämpfung. Bekanntlich wird ja diese Tatsache durch die EW-Telephonie von den Elektrizitätswerken weitgehend für ihren inneren Nachrichtenverkehr ausgenutzt. Es ist anderseits klar, daß ungewollte Störungen, z. B. kurzzeitige Impulse oder kontinuierliche Störungsvorgänge hochfrequenter Natur, ähnliche günstige Ausbreitungsbedingungen auf den Freileitungsnetzen der Elektrizitätswerke vorfinden.

Nicht selten beobachtet man in Rundfunkanlagen Fremdstörungen, die von weit abliegenden Störquellen herrühren und auf dem Umwege über das Niederspannungsnetz auf Hochspannungsfreileitungen übertragen werden. Wird in Einzelfällen der Ursache solcher Störungen nachgegangen, so erkennt man, daß bei deren Übertragung vielfach zahlreiche sekundäre Störungsträger[1]) beteiligt sind.

Eine andere Art von Störungen wird an den Hochspannungsleitungen unmittelbar erzeugt, und zwar durch Isolatoren, an denen die Leitung verspannt ist, und die als Stütz-, Hänge-, Abspann- und Durchführungsisolatoren usw. der Leitung einen festen Halt geben. Gelegentlich sich ausbildende Sprünge im Porzellankörper können die Bildung von Glimm- oder Sprühentladungen begünstigen und schließlich eine Funkenbildung zwischen Leitungsseil und Aufhängepunkt hervorrufen, die zu heftigen Empfangsstörungen führt. Schon lange ehe der Isolator für den Betrieb unbrauchbar wird, können die ersten Anzeichen sich ausbildender Haarrisse durch Störungen in benachbarten Hochfrequenzempfängern wahrgenommen werden[2]).

Abgesehen von tatsächlichen starkstrommäßigen Fehlern gibt es aber noch zahlreiche andere Störquellen[3]) an Hochspannungsleitungen. Gewisse Isolatoren erzeugen infolge ihres Aufbaues einen starken Störstrom zwischen Hochspannungsseil und Stütze, der teils durch die Tragmasten nach Erde abfließt, teils auf dem Leitungsseil sich fortpflanzt. Die Stärke der Störungen hängt, abgesehen von der Isolatorform, auch von der Art der Tragmasten ab. Gut isolierende Holzmasten verringern die sich bildende Störspannung und damit die Stärke der Ströme. Ein und dieselbe Isolatorform stört daher heftiger auf gut leitenden Eisen- und Betonmasten als auf Holzmasten. Eine große Zahl anderer Einflüsse, wie die Art der Befestigung der Stütze, die Behandlung des Stützenlochs, der Grad der Verschmutzung der Isolatoroberfläche, Witterungseinflüsse, die Zusammensetzung der Niederschläge usw. sind wesentlich für die Stärke der Störungen. Die größte Bedeutung kommt jedoch unter sonst gleichen Umständen der Isolatorform selbst zu. Durch sie wird die Größenordnung der Störspannungen bereits festgelegt.

Wichtig ist demnach die Tatsache, daß nicht nur fehlerhafte, sondern auch gewisse starkstrommäßig durchaus zweckmäßige Isolatorenformen, z. B. der auf Hochspannungsleitungen weit verbreitete Dreimantelisolator mit tiefem Stützenloch, eine wesentliche Beeinträchtigung des Bezirksempfangs hervorrufen können.

Die Störreichweite hängt von der verwendeten Isolatorform, dem Betriebszustand der Leitung und insgesamt von denjenigen Umständen ab, die auf die Stärke der Ströme in den Leitungen einen Einfluß haben. Rundfunkseitig ist die Größe des ausnutzbaren Empfangsfeldes wesentlich. Vielfach beobachtet man eine Störreichweite bis zu einem beiderseitigen Abstand von etwa 50 m senkrecht zu den Leitungen. Manche Hochspannungsstrecken stören unmittelbar noch in weiterem Bereich. Reichweiten bis zu 100 m und mehr sind keine Seltenheit. Die mittelbaren Störungen durch Verschleppung z. B. über das Niederspannungsnetz können den tatsächlichen Störbereich einer Hochspannungsleitung noch wesentlich erweitern. Besonders wenn die Isolatorstörungen an irgendeiner Stelle auf das niedergespannte Starkstromnetz übergegangen sind, tritt das Störgeräusch immer wieder auch in weit abliegenden Empfangsanlagen auf.

Die Beeinflussung von Rundfunkanlagen in Ortschaften durch Hochspannungsleitungen stellt die Entstörungstechnik vor ganz besondere Aufgaben, die durch folgenden Sachverhalt gekennzeichnet sind: Viele Ortschaften werden von Hochspannungsleitungen durchzogen, die teils selbst auf ihrer ganzen Länge Störungen erzeugen und fortleiten, teils als Träger anderweitig erzeugter Störschwingungen anzusehen sind. Um guten Rundfunkempfang in diesen Ortschaften sicherstellen zu können, müssen sämtliche entstörungstechnisch ungünstigen Isolatoren auf der Leitung im Bereich der Ortschaft durch eine störfreie oder störarme Form ersetzt werden. Ferner ist dafür Sorge zu tragen, daß sämtliche außerhalb der Ortschaft erzeugten und über die Leitungen herangeführten Störschwingungen ferngehalten werden.

---

[1]) F. Conrad u. A. Schöne, ETZ 52 (1931) S. 697.

[2]) Vom Märkischen Elektrizitätswerk ist auf Grund der Angaben von B. Koske mit Erfolg versucht worden, diese Erscheinung zur Ausbildung eines Verfahrens zum Aufsuchen fehlerhafter Isolatoren auszunutzen, vgl. auch ETZ 58 (1937) H. 9, S. 248; H. 15, S. 397.

[3]) F. Conrad, Telegr.-, Fernspr.- u. Funktechn. 25 (1936) S. 326; s. a. ETZ 58 (1937) H. 19, S. 512.

Digitized by Google

Die störende Stichleitung in Biedenkopf.

Ein praktischer Störfall gab dem Reichspostzentralamt den Anlaß, grundsätzlich die Frage zu klären, inwieweit die gestellte Aufgabe[4]) mit wirtschaftlichen Mitteln zu lösen sei. In Biedenkopf an der Lahn laufen im dortigen Schalthaus drei Speiseleitungen für 20 kV zusammen (Abb. 1), während eine Stichleitung bis zum Städtischen Elektrizitätswerk führt. Hier wird der Strom auf die Verbrauchsspannung von 3 × 220 V gebracht und dem Versorgungsnetz der Stadt zugeführt. Die Stichleitung war mit Stützenisolatoren der Form HD[5]) ausgerüstet. Längs der 350 m langen Stichleitung wohnten etwa 28 Rundfunkhörer, deren Bezirksempfang infolge der in der Nähe vorbeilaufenden Stichleitung an allen Stellen

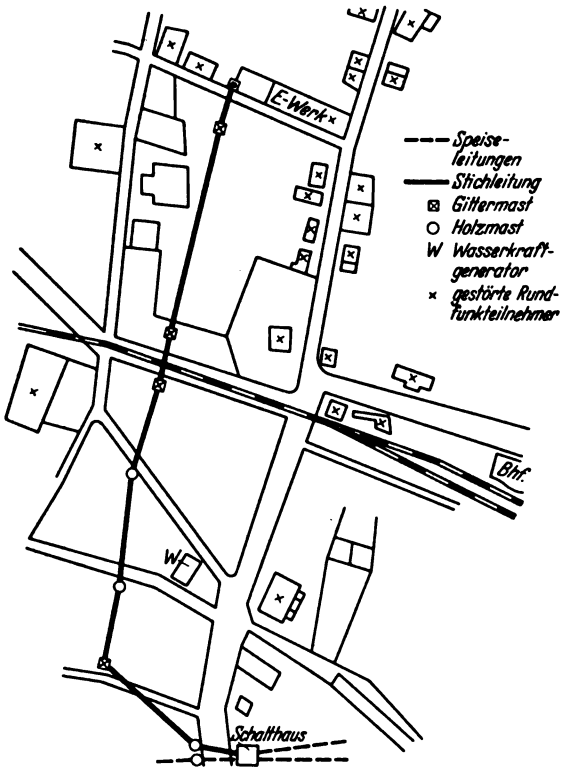


Abb. 1. Stichleitung vom Schalthaus zum Elektrizitätswerk.

durch rauschende und prasselnde Geräusche zu jeder Tageszeit unmöglich gemacht war. Auch der Deutschlandsender wurde nur schwer als solcher erkannt, wobei es unmöglich war, irgendwelche gesprochenen Sendungen zu verstehen. Sämtliche anderen deutschen Sendungen gingen im Geräusch vollständig unter.

Wie durch Versuche festgestellt wurde, führte das Niederspannungsnetz keine Hochspannungsstörungen. Außerhalb des Bereichs der Leitung errichtete Funkanlagen waren von Störungen vollständig frei, Bezirks- und Fernempfang ließen sich in hinreichender Güte wiedergeben. Die Versuchsbedingungen waren daher günstig, so daß eine Fälschung der Ergebnisse durch über andere Leitungen verschleppte Schwingungen nicht befürchtet zu werden brauchte. Eine Stichleitung war für die Untersuchung besonders günstig, weil eine die ganze Ortschaft durchlaufende Hochspannungsleitung wenigstens an zwei Stellen gegen Außenstörungen offen gewesen wäre. Durch das Vorhandensein nur einer einzigen solchen Stelle, nämlich am Schalthaus selbst, wurde die Aufgabe vereinfacht.

Auch die Starkstromverhältnisse waren für die Durchführung der Versuche vorteilhaft. Durch Trennmesser sowohl am Schalthaus als auch am Städtischen Elektrizitätswerk ließ sich die Leitung beiderseitig vollständig abtrennen und nötigenfalls durch fremde Stromquellen unter Spannung setzen. Für die Versorgung der Stadt während einer Versuchsreihe unter Abschaltung der Leitung konnte ein Wasserkraftgenerator *W*, Abb. 1, herangezogen werden, der in Zeiten genügend hohen Wasserstandes der Lahn und geringen Stromverbrauchs der Stadt die alleinige Energielieferung zu übernehmen hatte. Die Versuche blieben daher an betriebsschwache Zeiten gebunden. Länger dauernde Arbeiten konnten nur sonntags durchgeführt werden. Trotz dieser betrieblich notwendigen Einschränkung war es infolge des entgegenkommenden Verhaltens der Stadt Biedenkopf möglich, sämtliche Versuche reibungslos durchzuführen.

Trennung der einzelnen Störherde.

Nachdem die Stichleitung als alleinige Störquelle für die umliegenden Rundfunkempfänger erkannt war, kam es darauf an festzustellen, ob ein bestimmter Anteil der Störungen auf der Leitung selbst erzeugt wurde. Die Versuchsanordnung wurde deshalb, um von Fernstörungen frei zu sein, so eingerichtet, daß die einzelnen Phasen der Leitung von einem aus dem Niederspannungsnetz gespeisten regelbaren Umspanner ihre Betriebsspannung erhielten. Die Trennmesser am Schalthaus und im EW. blieben bei dem Versuch gezogen, so daß die am Meßplatz ermittelten Störungen mit Sicherheit nur von den Isolatoren auf der Stichleitung herrühren konnten. Sowohl der Meßplatz als auch Beobachtungen bei den Rundfunkteilnehmern ergaben größenordnungsmäßig ähnliche Störwerte wie bei Einschaltung der Stichleitung im Betrieb. Hierdurch war der Beweis erbracht, daß die alten Delta-Isolatoren mindestens mit einem wesentlichen Anteil an der Erzeugung der Hochspannungsstörungen in Biedenkopf beteiligt waren, und daß die Isolatoren demnach gegen eine störfreie bzw. störschwache Form ausgewechselt werden mußten. Bei den Versuchen wurden die drei Phasen einzeln und nacheinander unter Spannung gesetzt. Die erzielten Störkurven zeigten einen ähnlichen Verlauf; sie wurden jedoch auf andere Weise gewonnen als die an anderer Stelle ermittelten Werte eines entsprechenden, im Versuchsraum untersuchten Isolators. Vergleiche waren daher nicht möglich. Da die Leitung außerdem von vier Eisengittermasten und drei Holzmasten getragen wird, konnte man nur bei ersteren annehmen, daß die für die störenden Ionisierungsströme maßgebende Wechselspannung mit der aufgeprägten Meßspannung übereinstimmte.

Auswahl einer störfreien Isolatorform.

Auf Grund von Untersuchungen, die auch von anderer Seite[6]) durchgeführt worden sind, ist die Vollkernform als äußerst störschwach erkannt worden. Dieser Isolator wurde daher zur künftigen Verwendung vorgeschlagen. Auch eine Reihe von anderen Isolatoren kam in die engere Wahl, z. B. die VHW-Form[7]) mit Metallisierung des Stützenlochs und der Halsrille. Zwar findet bei diesem Isolator das elektrische Wechselfeld zwischen Seil und Stütze eine stärkere Porzellanschicht vor als bei der HD-Form mit tiefem Stützenloch, das sich bis in die Höhe der Halsrille erstreckt; aber die von der Vollkernform erreichten Störwerte waren weitaus die geringsten. Die günstige Feldverteilung sowie das Fehlen von Luftzwischenräumen zwischen Metallteilen und Porzellan verschaffen dieser Isolatorform vom Standpunkt der Entstörungstechnik außerordentliche Vorzüge.

Auf der ganzen Strecke zwischen den Durchführungsisolatoren am Schalthaus und am E-Werk wurden an sämtlichen Masten der 350 m langen Stichleitung die Porzellanstützenisolatoren der Dreimantelform gegen eine Vollkernform entsprechender Größe ausgewechselt. Die sehr günstige störtechnische Beurteilung dieses Iso-

[4]) F. Conrad, ETZ 57 (1936) S. 997.
[5]) DIN VDE 8002.
[6]) A. Dennhardt, Elektrizitätswirtsch. 34 (1935) S. 15.
[7]) DIN VDE 8005.

Digitized by Google

lators im Versuchsraum wurde auch im Betrieb vollauf bestätigt, denn die neuerliche Unterspannungsetzung der Leitung durch den regelbaren Umspanner ergab empfangsseitige Störspannungen, die sich zu den früher gemessenen Werten etwa wie 1 : 20 verhielten. Zu diesem Versuch war eine Antenne mit besonders enger Kopplung mit der Leitung gewählt worden, um auch noch die geringen Störspannungen der Vollkernform erfassen zu können. Abb. 2 zeigt die reine Wirkung der Isolatorenauswechslung. Entsprechend der erheblichen Störspannungssenkung hatte auch ein großer Teil der Rundfunkteilnehmer wesentliche Empfangsverbesserungen zu verzeichnen; in den nicht unmittelbar an der Leitung liegenden Rundfunkanlagen waren sowohl der Bezirkssender als auch die größeren deutschen Sender störfrei zu empfangen. Nur die am stärksten den Einwirkungen der Ströme in Masten und Leitung ausgesetzten Empfänger konnten noch keine Sendung vollwertig wiedergeben. Diese Tatsache war vorauszusehen. Um eine noch weitergehende Besserung der Empfangsverhältnisse zu erreichen, mußten die auf den Speiseleitungen erzeugten Störungen von der

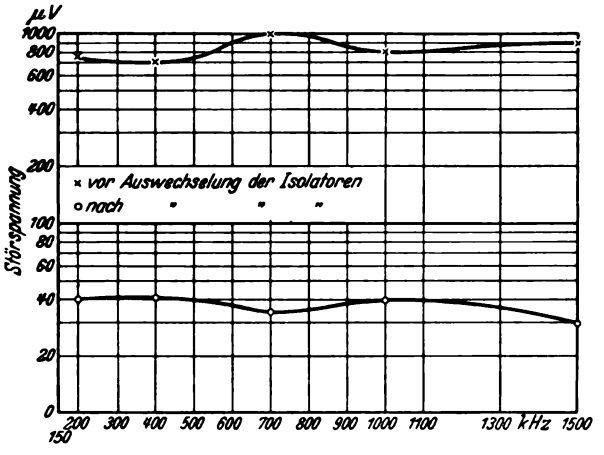


Abb. 2. Störspannungssenkung durch Auswechseln der Dreimantelisolatoren gegen Vollkernisolatoren.

Stichleitung durch Hochfrequenzsperren ferngehalten werden. Durch einen Versuch war dann noch zu klären, ob von den Durchführungsisolatoren am E-Werk und von dessen Inneninstallationen noch Störungen ausgingen.

Die Störsperren.

Um die Aufgabe nicht unnötig zu erschweren, sollte die Stichleitung nur so weit entstört werden, daß sämtlichen Anlagen im Bereich der Leitung guter Empfang des Bezirkssenders Frankfurt (Main) und des Deutschlandsenders gesichert war. Als Sperrglieder kamen entweder Drosseln in Betracht, die an den Enden des abzuriegelnden Abschnitts in die drei Phasen einzuschalten waren (Sperrkreis), oder in Reihe geschaltete Doppelsperrkreise zur Abriegelung von Störschwingungen auf zwei verschiedenen, engen Frequenzbezirken.

Schon bei Inangriffnahme der Aufgabe waren Vorversuche mit Abriegelungsdrosseln durchgeführt worden, die im Schalthaus gleichlaufend zu den Trennmessern hingen, da der Hauptteil der Fremdstörungen von den verschiedenen Speiseleitungen herzurühren schien. Ein nennenswerter Erfolg wurde jedoch nicht beobachtet, weil die Streckenisolatoren damals noch nicht ausgewechselt waren. Nach der Neuausrüstung der Versuchsleitung mußte zunächst entschieden werden, ob die Sperrkreise innerhalb oder außerhalb des Schalthauses anzubringen waren. Für die Innenanbringung z. B. unmittelbar vor den Trennmessern sprachen Gründe der Sicherheit und der einfacheren Ausführung der Sperren. Diese Anbringungsart konnte jedoch nur gewählt werden, wenn mit Sicherheit irgendwelche Störungserscheinungen infolge ungünstiger Hochspannungsdurchführungen ausgeschlossen waren. Da die störungstechnischen Eigenschaften dieser Isolatoren an Ort und Stelle nicht untersucht werden konnten, mußte die Innenanbringung der Sperrkreise unterbleiben. Tatsächlich auftretende Störerscheinungen an der Durchführung hätten die Sperrwirkung verdeckt und den Erfolg der Auswechslung der Mastisolatoren wieder zerstört.

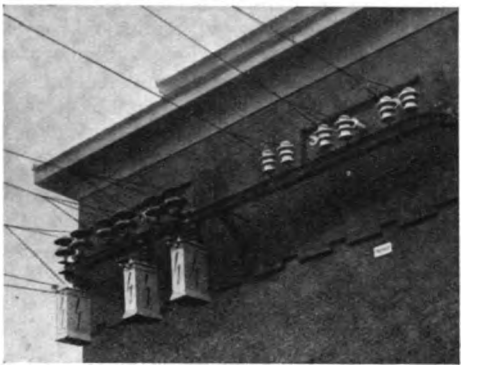
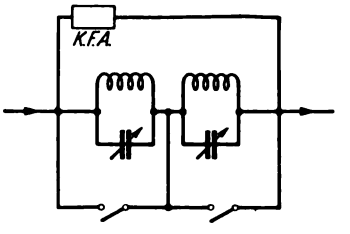


Abb. 3. Sperrkreise am Schalthaus.

Die Sperrkeise sind in wetterfesten, mit Schutzanstrich versehenen Gehäusen untergebracht und durch je einen Stützer an den Halteeisen des Schalthauses befestigt (Abb. 3). Der Kupferquerschnitt der Spulen entspricht den Betriebsanforderungen und war nicht nur dem höchsten Dauerstrom, sondern auch dem Kurzschlußstrom in Verbindung mit der Auslösezeit der Spannungsabfallrelais des Versorgungswerks angepaßt. Die Schaltung der Kreise geht aus Abb. 4 hervor. Um Versuche zu ermöglichen, wurden nicht feste Parallelkondensatoren verwendet, sondern Drehkondensatoren, die mit Hilfe eines an der Unterseite herausragenden Knebels über eine leichte Schaltanlage von außen her auf bestimmte sichtbare Marken eingestellt werden konnten, die verschiedenen vorher genau gemessenen Abstimmfrequenzen entsprachen. Die Abstimmbereiche lagen in der Nähe der Frequenzen des Deutschlandsenders und des Bezirkssenders Frankfurt (Main). Zum Schutz der Drosseln gegen Überspannungen wurden beide Sperrkreise einer Phase durch einen gemeinsamen Kathodenfallableiter überbrückt. Je ein Überbrückungsmesser wurde, von unten mit Hilfe der Schaltstange bedienbar, jedem Sperrkreis parallel geschaltet, um die Sperrwirkung der Glieder messen und sie notfalls überbrücken zu können.



K.F.A. Kathodenfallableiter
Abb. 4. Schaltung eines Sperrkreises.

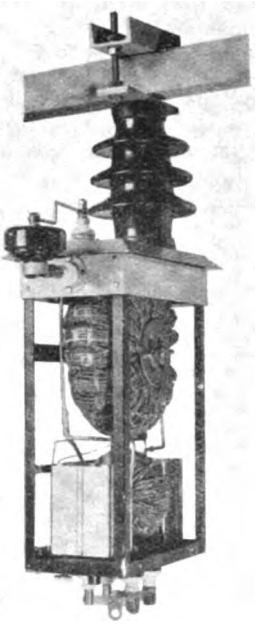


Abb. 5. Sperrkreis, Schutzhaube abgenommen.

Abb. 5 zeigt einen Sperrkreis mit abgenommener Schutzhaube.

Digitized by Google

Die Sperrkreise wurden in die einzelnen Phasen zwischen Hochspannungsdurchführung und vor ihr sitzendem Abspannisolator eingeschaltet. Für die Wirkung der Störsperre war die Tatsache günstig, daß die Stichleitung kein Blitzseil trug, weil dieses erfahrungsmäßig als guter Störungsträger anzusehen ist. Es hätte sonst voraussichtlich einer Unterbrechung des Erdseiles bedurft, um klare Verhältnisse zu bekommen.

Zur Verbesserung der Siebwirkung durch die Sperrkreise wurde möglichst unmittelbar hinter diesen Kreisen eine möglichst große Erdkapazität durch Ausspannen von mehreren gut geerdeten Paralleldrähten unterhalb der drei Hochspannungsleiter zwischen den nächstgelegenen Tragmasten geschaffen.

Durchführung der Messungen.

Vor dem Einsatz der Sperrkreise war, wie schon gesagt, zu prüfen, ob hochfrequente Störungen durch die Innenführung der Stichleitung im E-Werk zu befürchten seien. Die Versuche ergaben, daß eine merkbare Übertragung von Störschwingungen von dieser Seite nicht stattfand.

Alle Störspannungsmessungen wurden mit einer Anordnung durchgeführt, wie sie bereits früher grundsätzlich beschrieben worden ist[8]). Die Meßplätze befanden sich längs der Leitung an drei verschiedenen Stellen. Infolge von Reflexionen der Störschwingungen am Leitungsende und der Möglichkeit der Ausbildung stehender Wellen auf dem Leitungsstück war nicht mit einer an allen Stellen gleichen Sperrwirkung zu rechnen. Jeder Meßplatz bestand aus einer nahe zur Leitung gespannten Antenne, einem Erdanschluß und einer Anschlußmöglichkeit für die eigentliche Meßanordnung, die nacheinander an die verschiedenen Meßstellen angeschaltet werden konnte, sodaß in kurzer zeitlicher Folge an verschiedenen Stellen Störspannungen in der Antenne bestimmt werden konnten. Der Meßplatz I war im Freien errichtet, die Antenne an besonderen hohen Holzstangen abgespannt. Meßplatz II befand sich bei einem früheren Rundfunkteilnehmer, während Meßplatz III in einer passend gelegenen Scheune aufgestellt war. Lichtleitungen und Fernsprecher an jedem Platz ermöglichten das Arbeiten zu jeder Tages- und Nachtzeit und das rasche Ausführen der nötigen Schaltungen.

Für die Beobachtung der Sperrwirkung waren konstant wirkende Störquellen erforderlich. Der Versuch, die im Betrieb auf den Speiseleitungen tatsächlich auftretenden Störungen für Meßzwecke zu benutzen, mußte bald aufgegeben werden, weil deren Stärke je nach Wetter und Betriebslage sich änderte und auch diese drei Leitungen nur je nach den Betriebserfordernissen mit der Stichleitung in Verbindung standen. Daher wurde als Störsender ein einpolig geerdeter Funkeninduktor großer Energie verwendet, der eine bemerkenswert beständige Störspannung lieferte. Infolge der starken Strahlung mußte man diesen Störsender aus dem Schalthaus, wo er ursprünglich aufgestellt worden war, herausnehmen und ihn mit einer der drei Speiseleitungen über eine Antenne koppeln und die von ihm über die Speiseleitung in die Stichleitung einziehenden Störspannungen messen. Die oben erwähnten geerdeten Paralleldrähte zur Erzeugung einer großen Erdkapazität in der Nähe der Sperrkreise blieben während der folgenden Versuche eingeschaltet, so daß allein die Wirkung der Sperrkreise durch Ein- und Auslegen der Überbrückungsmesser gemessen werden konnte.

Die Antennen der Meßplätze I und II waren Freiantennen mit gewöhnlicher Niederführung; die Antenne von Meßplatz III trug eine geschirmte Niederführung. Nur ihr Empfangsteil war auf besonderem Holzgestell derart verspannt, daß eine etwa 5 m lange Parallelführung mit der Hochspannungsleitung in etwa 6 m Entfernung zustande kam. Die effektive Empfangshöhe dieser Antenne war ziemlich gering im Vergleich zu den anderen. Der Deutschlandsender erzeugte hier nur 130 μV am Eingang des Meßgeräts, während an den Plätzen I und II 1100 bzw. 2500 μV gemessen wurden.

Meßergebnisse.

Den Verlauf der Störspannung mit eingelegten Messern, also o h n e Sperre, z. B. auf Meßplatz I zeigt Abb. 6. Hierbei ist der Frequenzgang weitgehend vom Störsender, seiner Kopplung mit der Leitung und den Eigenschaften des Leitungsstücks abhängig, das durch Reflexionen an seinem Ende die Ausbildung stehender Wellen ermöglicht. (Dieser Frequenzgang steht nicht in unmittelbarer Beziehung zur gestellten Aufgabe.) Die vom Funkeninduktor erzeugte Störspannung lag derart hoch über dem allgemeinen Störspiegel, daß die Meßwerte mit großer Sicherheit eingestellt werden konnten. Die Unterschiede in den Messungen an verschiedenen Tagen betrugen höchstens 30 %.

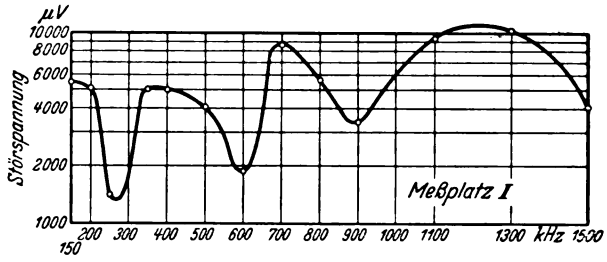


Abb. 6. Verlauf der Störspannung ohne Sperre.

Stellte man die Sperrkreise auf die Frequenzen des Deutschlandsenders (191 kHz) und des Frankfurter Senders (1195 kHz) ein, so wurde die Störspannung auf allen Meßplätzen und bei fast allen Frequenzen gesenkt. Die Wirkung der Sperre in der Nähe der Abstimmfrequenzen geht aus Zahlentafel 1 hervor. Wie die Tafel zeigt,

Zahlentafel 1. Faktor der Senkung der Störspannung.

	160 kHz	1100 kHz
Meßstelle I	7,5	5
„ II	20	4,4
„ III	14	8

werden bei der Meßfrequenz von 160 kHz, also in der Nähe der Abstimmfrequenz des Langwellensperrkreises, Senkungen der Störspannung auf den 7. bis 20. Teil erzielt. Die Senkungen bei 1100 kHz, also nahe der anderen Abstimmfrequenz des Mittelwellen-Sperrkreises, waren etwas geringer. An allen Meßplätzen wurde demnach eine merkliche Besserung der Empfangsbedingungen durch die Störsperre erzielt. Da der verwendete Störsender nur so wie erheblich verstärkte Isolatorstörungen auf den Fernleitungen wirkte, mußte sich die Sperre diesen Störungen gegenüber ganz entsprechend verhalten. Diese Tatsache wurde auch dadurch bestätigt, daß nach dem Einsatz der Störsperre auch die unmittelbar an den Leitungen wohnenden Rundfunkteilnehmer im Bereich des Deutschlandsenders und des Bezirkssenders guten Empfang hatten.

Den Gesamterfolg der Entstörung, d. h. der Isolatorenauswechslung mit der Wirkung der Störsperre erhält man aus den Zahlenangaben der Zahlentafel 1, wenn man sie mit Abb. 2 zusammen betrachtet. Je nach dem Meßplatz wurden demnach Senkungen der Störspannung von 90 : 1 bis 400 : 1 für die Sperrfrequenzen und deren Umgebung erzielt.

Versuchsweise wurde die Störsperre im Zuge der Leitung durch eine andere Vorrichtung ersetzt, die den Vor-

[8]) F. Conrad u. H. Reppisch, Elektr. Nachr.-Techn. 11 (1934) S. 114.

Digitized by Google

zug besaß, nicht vom Betriebsstrom durchflossen zu werden, demnach sich mit erheblich einfacheren Mitteln ausführen ließ. Ordnet man unter den Leitern derart parallele isolierte Antennen an, daß sämtliche Phasen annähernd die gleiche Teilkapazität zum Paralleldraht besitzen, so können sie durch eine veränderliche Induktivität gleichzeitig auf eine bestimmte Resonanzfrequenz abgestimmt werden. Auf diese Weise lassen sich eine oder mehrere Störfrequenzen erheblich dämpfen. Wurden die Kreise auf den Deutschlandsender und den Sender Frankfurt (Main) abgestimmt, so erreichte man Störspannungssenkungen von etwa 5 : 1.

Zusammenfassung.

Eine Hochspannungsleitung von 20 kV wurde innerhalb einer Ortschaft rundfunkentstört von ihrem Endpunkt bis zur Abzweigstelle an einem Schalthaus. Sämtlich als störend erkannte Isolatoren auf dem Leitungsabschnitt wurden dabei durch eine störschwache Form ersetzt, ferner wurde eine einseitige Störsperre am Leitungsanfang eingerichtet. Diese bestand entweder aus zwei auf verschiedene Sender abgestimmten Doppelsperrkreisen in den Phasen der Leitung in Verbindung mit einer Querkapazität zur Erde oder aus zwei Reihenresonanzkreisen. Die Wirkung der einzelnen Entstörungsmaßnahmen wurde an mehreren Plätzen längs der Leitung messend verfolgt. Sie führten eine derartige Empfangsbesserung herbei, daß sämtlichen Rundfunkhörern im Bereich der Leitung, die vorher weder Ortsnoch Bezirksempfang hatten, praktisch störfreier Empfang aller großen deutschen Sender sichergestellt werden konnte.

Störbeeinflussung der Rundfunk-Empfangsanlage und Erdung des Antennentragrohres.

Von F. Bergtold VDE, München.

621. 396. 82 : . 679

Übersicht. Im vorliegenden Aufsatz wird eine Untersuchung darüber angestellt, ob eine Erdung des Antennentragrohres nennenswert zur Erhöhung der Störbeeinflussung beiträgt. Die Untersuchung zeigt, daß das der Fall sein kann. Auf Grund dessen erscheint es günstig, an Stelle der unmittelbaren Erdung die Erdung über eine Grobschutzfunkenstrecke durchzuführen. In diesem Fall wird die Störbeeinflussung dadurch geschwächt, daß zwischen Leitung und Tragrohr die kleine Kapazität der Funkenstrecke eingeschaltet ist, und außerdem dadurch, daß die Erdkapazität des Antennentragrohres die über die Kapazität der Funkenstrecke übertragene Störspannung belastet. Die Ergebnisse, die hier für Tragrohr ermittelt werden, lassen sich auch auf geerdete, leitende Abspannungen übertragen.

Die Störbeeinflussung der Erdleitung.

Falls es gelingt, die Erdleitung außerhalb des Störnebels anzuordnen, hat die hierdurch bewirkte Erdung des Tragrohres keine Erhöhung, sondern sogar meist eine Verminderung der Störanfälligkeit zur Folge. Leider darf man sich in dicht bebauten Gegenden und bei hohen

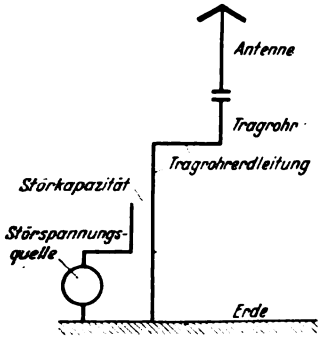


Abb. 1. Elektrische Störbeeinflussung der Tragrohr-Erdleitung.

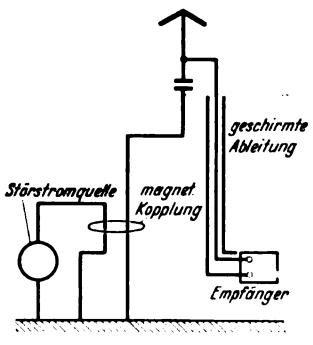


Abb. 2. Magnetische Störbeeinflussung der Tragrohr-Erdleitung.

Häusern nicht darauf verlassen, daß die Möglichkeit besteht, die Erdleitung außerhalb des Störnebels anzubringen. Der Störnebel erstreckt sich hier vielfach einige Meter weiter über die Hausmauern hinaus und mitunter sogar auf die ganzen Zwischenräume zwischen den Häusern. Man muß demnach stets damit rechnen, daß die Erdleitung, die zur Erdung des Tragrohres benutzt wird, gestört ist.

Die Störbeeinflussung der Erdleitung kann — wie jede Störbeeinflussung der Empfangsanlage — elektrisch und magnetisch geschehen. Die elektrische Störbeeinflussung (Abb. 1) ist insofern belanglos, als die Verbindung der Erdleitung mit der Erde eine Störspannung in der Antennenanlage kaum zustandekommen läßt. Lediglich bei sehr schlechter Erdung — d. h. bei sehr hohem Erdungswiderstand — kann eine nennenswerte Spannung durch die elektrische Störbeeinflussung bewirkt werden. Aber auch hier entfällt der Hauptteil der Störspannung stets auf die Störkapazität, so daß zwischen Erdleitung und Erde ein nur geringer Bruchteil der Störspannung zustandekommt.

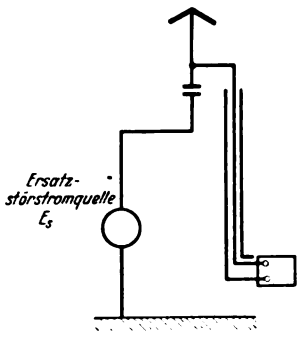


Abb. 3. Nachbildung der magnetischen Kupplung des Störstromkreises mit der Tragrohr-Erdleitung durch eine Ersatz-Störstromquelle.

Die magnetische Beeinflussung der Erdleitung (Abb. 2) kommt hingegen stark zur Geltung, da sie sich auf den Antennenstromkreis unmittelbar über die Kapazität zwischen dem Tragrohr und der eigentlichen Antenne auswirken kann. Wir sehen das besonders deutlich, wenn wir die magnetische Kopplung der Erdleitung mit dem Störstromkreis — gemäß Abb. 3 — durch eine Ersatz-Störstromquelle nachbilden. Diese Ersatzstromquelle liegt im Zuge der Erdleitung und bewirkt dadurch eine Störspannung zwischen dem oberen Ende der Erdleitung und der Erde. Wir müssen demnach die magnetische Störbeeinflussung einer näheren Betrachtung unterziehen. Das soll getrennt für Anlagen ohne Übertrager und für Anlagen mit Übertragern geschehen.

Die Störbeeinflussung der ohne Übertrager arbeitenden Anlage.

Um die über die Erdleitung und das geerdete Tragrohr zustande kommende Störbeeinflussung zahlenmäßig untersuchen zu können, wird die in Abb. 3 gezeigte Anordnung durch eine Ersatzschaltung dargestellt (Abb. 4 und 5). In dieser überträgt sich die Spannung E_s der Ersatzstromquelle über die Störkapazität C_l auf die Nebeneinanderschaltung zweier Stromzweige. Der eine Zweig wird durch die Erdkapazität der Antenne C_a gebildet. Der andere Zweig besteht aus der Hintereinanderschaltung der Kapazität C_k zwischen Innenleiter und Kabelmantel und der Gesamterdkapazität C_e des Kabelmantels

Digitized by Google

und des Empfängererdanschlusses. Die an der Kapazität zwischen Innenleiter und Kabelmantel C_k und damit am Empfängereingang auftretende Spannung ergibt sich in Prozent der Spannung der Ersatzstörstromquelle zu:

$$U_s\,\% = \frac{100}{\frac{C_k}{C_t} + \frac{C_a}{C_t} + \frac{C_a}{C_t}\cdot\frac{C_k}{C_e} + 1 + \frac{C_k}{C_e}}. \qquad (1)$$

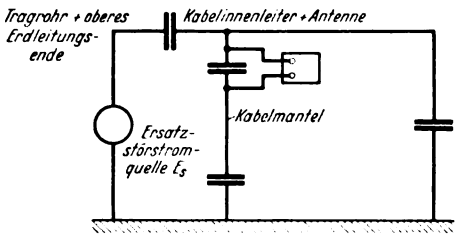


Abb. 4. Die der Anordnung der Abb. 3 entsprechende Ersatzschaltung mit den Bezeichnungen der zwischen den Kapazitäten liegenden Teile.

In diese Beziehung setzen wir folgende Zahlenwerte ein:

C_t Störkapazität zwischen Tragrohr und Antenne (Stabantenne) 10 cm;
C_k Kapazität zwischen Innenleiter und Kabelmantel 500 cm;
C_e Gesamterdkapazität des Kabelmantels und des Empfängererdanschlusses 170 cm;
C_a Antennenkapazität 50 cm.

Mit diesen Werten erhalten wir:

$$U_s\,\% = \frac{100}{\frac{500}{10} + \frac{50}{10} + \frac{50}{10}\cdot\frac{500}{170} + 1 + \frac{500}{170}} = 1{,}35\ \%.$$

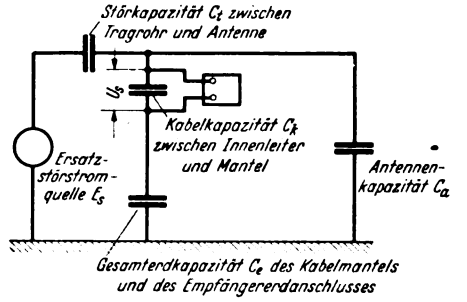


Abb. 5. Die der Anordnung der Abb. 3 entsprechende Ersatzschaltung mit den Bezeichnungen der einzelnen Kapazitäten.

Dieses Ergebnis sagt allein noch gar nichts aus. Wir müssen — um seine Bedeutung abschätzen zu können — einen Vergleichswert zu Hilfe nehmen. Als solchen verwendet man für die Beurteilung der Störungen in der Regel den irgendwie ebenfalls in Prozent ausgedrückten Wert der verfügbaren Empfangsspannung. Im vorliegenden Fall ist der Vergleich mit der Empfangsspannung jedoch unzweckmäßig. Ein bedeutend besseres Bild von der Erhöhung der Störanfälligkeit durch die Erdung des Tragrohres erhalten wir durch Vergleich mit der Störspannung, die am Empfängereingang bei einer gleich starken magnetischen Störbeeinflusung der geschirmten Antennenableitung auftritt. Wir wollen uns hier nicht damit aufhalten, die magnetische Störbeeinflussung der Antennenableitung durchzurechnen. Im vorliegenden Aufsatz genügt es, das Ergebnis einer solchen Rechnung anzugeben. Dieses lautet: Die durch Beeinflussung der geschirmten Ableitung auftretende Störspannung beträgt 4,4 % der Spannung der Ersatzstörstromquelle. Die 1,35 %, die wir für die durch die Erdung des Tragrohres zusätzlich auftretende Störspannung ermittelt haben, kommt somit einer Erhöhung der Störanfälligkeit um rund 30 % gleich, was immerhin einiger Beachtung Wert sein dürfte.

Die Störbeeinflussung der mit Übertragern arbeitenden Anlage.

Die Anordnung wird durch Abb. 6 veranschaulicht. Wir erkennen aus dieser Abbildung, daß der Störstromkreis sich über die Kapazität zwischen Tragrohr und Antenne, von dort über die Eingangswicklung des Antennenübertragers zum Kabelmantel und über dessen Erdkapazität nach der Erde schließt. Die Erdkapazität der Antenne ist dem aus der Eingangswicklung des Übertragers sowie der Gesamt-Erdkapazität des Kabelmantels und des Empfängererdanschlusses bestehenden Stromzweig nebengeschaltet (Abb. 7). Um für die Rechnung möglichst einfache Verhältnisse zu schaffen, ist der Eingangswiderstand des betriebsmäßig belasteten Antennenübertragers in Abb. 7 durch eine Kapazität C'_k ersetzt. Deren Wert bestimmt sich folgendermaßen: Die Belastung des Antennenübertragers wird durch das mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossene Kabel dargestellt, was einem Belastungswiderstand von etwa 100 Ω entspricht. Bei einem Übersetzungsverhältnis von 10 : 1 erscheint dieser Widerstand von 100 Ω auf der Eingangseite des Antennenübertragers mit einem auf $100 \cdot 10 \cdot 10 = 10\,000\,\Omega$ gewandelten Wert. Dem entspricht bei einer Frequenz von 1000 kHz eine Kapazität von etwa 14 cm, welchen Wert wir hier verwenden wollen. Die an dieser Ersatzkapazität auftretende Spannung wird durch die Übersetzungsverhältnisse beider Übertrager gewandelt. Das Übersetzungsverhältnis des Antennenübertragers haben wir schon mit 10 : 1 angenommen. Das des Empfängerübertragers sei 1 : 7. Damit ergibt sich das Gesamtübersetzungsverhältnis der beiden Übertrager zu 10 : 7. Am Empfängereingang ist also das 0,7fache der auf die Kapazität C'_k entfallenden Spannung wirksam.

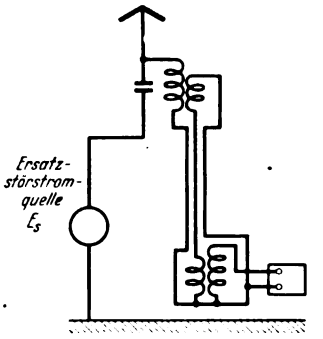


Abb. 6. Mit Übertragern und geerdetem Tragrohr arbeitende Anlage. Die magnetische Störbeeinflussung der Tragrohr-Erdleitung ist durch eine Ersatz-Störstromquelle nachgebildet.

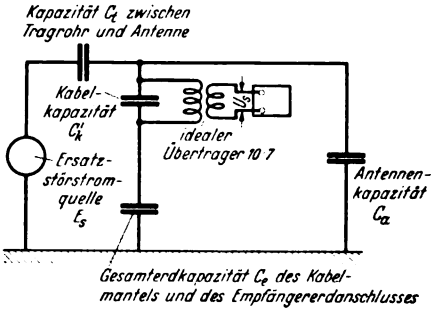


Abb. 7. Ersatzschaltung zu der Anordnung von Abb. 6. Der Eingangswiderstand des betriebsmäßig belasteten Antennenübertragers ist durch die Kapazität C'_k ersetzt. Die Übersetzungsverhältnisse der beiden Übertrager sind in eine Gesamt-Übersetzung zusammengefaßt.

Demgemäß erhalten wir hier für die in Prozent der Spannung der Störstromquelle ausgedrückte, am Empfängereingang auftretende Störspannung folgende Beziehung:

$$U_s\,\% = \frac{70}{\frac{C'_k}{C_t} + \frac{C_a}{C_t} + \frac{C_a}{C_t}\cdot\frac{C'_k}{C_e} + 1 + \frac{C'_k}{C_e}}, \qquad (2)$$

Digitized by Google

worin — mit Ausnahme von C_k' — die gleichen Zahlenwerte wie für (1) beibehalten werden. C_k' soll — wie oben abgeleitet — 14 cm betragen. Damit wird:

$$U_s\,\% = \frac{70}{\frac{14}{10}+\frac{50}{10}+\frac{50}{10}\cdot\frac{14}{170}+1+\frac{14}{170}} = 8{,}9\,\%.$$

Bei magnetischer Störbeeinflussung der geschirmten Ableitung erhalten wir hier 30 % Störspannung. Im Vergleich damit bedeuten die 8,9 % Störspannung, die durch Erdung des Tragrohres am Empfängereingang auftreten, wiederum eine Erhöhung der Störanfälligkeit um rund 30 %.

Abhilfe durch mittelbare Erdung des Tragrohres.

Die unmittelbare Erdung des Tragrohres kann somit die Störanfälligkeit der Empfangsanlage wesentlich erhöhen. Die Gl. (1) und (2) lassen bei näherer Betrachtung erkennen, daß es möglich ist, die Störanfälligkeit durch Verminderung der Kapazität zwischen Antenne und Tragrohr herabzusetzen. Auf Grund dieser beiden Tatsachen ist es naheliegend, die zusätzliche Störbeeinflussung der Empfangsanlage, die von der Erdung des Tragrohres herrührt, dadurch zu vermindern, daß man an Stelle der unmittelbaren Erdung eine mittelbare Erdung über eine passende Funkenstrecke anwendet (Abb. 8). Eine solche Funkenstrecke kann ohne Schwierigkeit derart ausgebildet werden, daß sie eine nur geringe Kapazität zwischen beiden Anschlüssen aufweist, was hinsichtlich der Kapazität zwischen Antenne und Tragrohr für Stabantennen deshalb nicht möglich ist, weil hier hohe Anforderungen bezüglich der mechanischen Festigkeit gegenüber dem Winddruck gestellt werden müssen. Das Einfügen einer Funkenstrecke wirkt sich nicht nur durch die Verminderung der Kapazität zwischen der Tragrohrerdleitung und der Antenne aus, sondern auch dadurch, daß hierbei die Erdkapazität des Tragrohres als Belastung der über die Kapazität der Funkenstrecke einwirkenden Spannung zur Geltung kommt. Die in Abb. 9 dargestellte Ersatzschaltung der

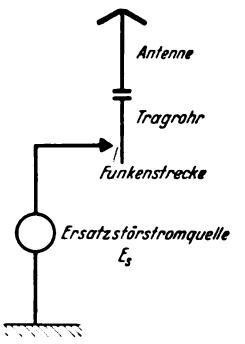


Abb. 8. Mittelbare Erdung des Tragrohres über eine Funkenstrecke.

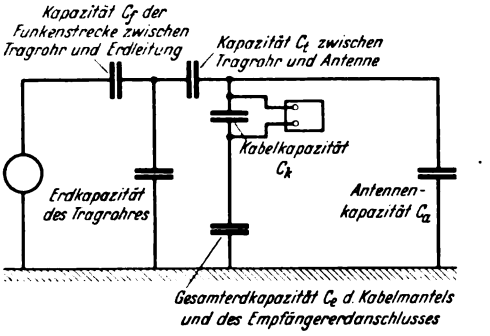


Abb. 9. Ersatzschaltung zu Abb. 8, wobei eine ohne Übertrager arbeitende Anlage vorausgesetzt ist.

Anordnung von Abb. 8 zeigt diese Wirkung der Erdkapazität des Tragrohres sehr deutlich. Vernachlässigen wir der Einfachheit halber den rechts von der Kapazität C_t liegenden Teil der Schaltung, so ergibt sich für eine Funkenstreckenkapazität von 3 cm und eine Tragrohrerdkapazität von 15 cm eine Spannungsverminderung auf das 1 : (15 : 3 + 1) = 0,16fache der Spannung der Ersatzstörstromquelle. Diese Spannungsverminderung ist beträchtlich. Deshalb sollte man mit Rücksicht auf die Verminderung der Störwirkung die Tragrohrerdung — wenigstens bei Stabantennen, bei denen die Kapazität zwischen Tragrohr und Antenne größere Werte annehmen kann — im allgemeinen nur mittelbar ausführen.

Abhilfe durch Verwendung eines ausgedehnten Gegengewichtes.

Die in den Abb. 5 und 7 gezeigten Ersatzschaltungen weisen auf eine weitere Möglichkeit hin, die durch Erdung des Tragrohres zusätzlich bewirkte Störbeeinflussung zu bekämpfen: Die am Empfängereingang auftretende Störspannung fällt um so geringer aus, je kleiner wir die Erdkapazität der Antenne machen. Wir dürfen diese Kapazität natürlich nicht dadurch herabsetzen, daß wir die Antenne übertrieben klein bemessen. Wir können die Erdkapazität der Antenne aber auch in der Weise vermindern, daß wir sie durch eine Gegengewichtskapazität ersetzen. Dies geschieht, indem wir unter der Antenne ein nach allen Seiten waagerecht über die Antenne hinausragendes Gegengewicht anordnen (Abb. 10). Dieses Gegengewicht schirmt die Antenne gegenüber der Erde ab. Verbinden wir das Gegengewicht mit dem geerdeten Tragrohr und dem Mantel des Abschirmkabels, so vermag eine gestörte Erdleitung des Tragrohres keine Erhöhung der Störbeeinflussung zu bewirken. Dies wird durch Abb. 11 veranschaulicht. Die dort sichtbare waagerechte Verbindungsleitung bringt den Anschluß des Kabelmantels an das geerdete Gegengewicht zum Ausdruck. Ohne Verwendung eines abschirmenden Gegengewichts würde die Erdung des Kabelmantels die Störanfälligkeit meist beträchtlich erhöhen, weshalb in Abb. 3 und 6 auf diese Erdung verzichtet ist. Als Gegengewicht kann gegebenenfalls mit Vorteil ein vorhandenes Blechdach ausgenutzt werden.

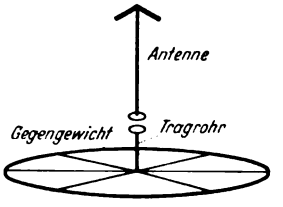


Abb. 10. Ein Gegengewicht, das die Antenne gegenüber der Erde abschirmt und demgemäß die Erdkapazität der Antenne weitgehend vermindert.

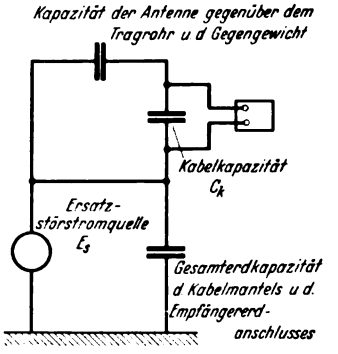


Abb. 11. Ersatzschaltung für eine Empfangsanordnung, in der ein Gegengewicht nach Abb. 10 mit dem geerdeten Tragrohr verbunden ist.

Zusammenfassung.

Die vorliegende Arbeit zeigt, daß geerdete leitende Teile, die sich in der nächsten Umgebung der Antenne befinden, zur Erhöhung der Auswirkung der Störungen beitragen können: Die magnetische Störbeeinflussung der Erdleitung überträgt sich kapazitiv von den geerdeten leitenden Teilen aus auf die Antenne. Diese Störübertragung läßt sich auf zweierlei Weise wesentlich abschwächen: 1. durch Unterbrechung der Erdleitung mittels einer Schutzfunkenstrecke und 2. durch ein ziemlich dicht unter der Antenne angeordnetes Gegengewicht, das mit dem Tragrohr verbunden und geerdet wird. Für den Fall, daß das Gegengewicht die Antenne gut gegenüber der Erde abschirmt, ist diese zweite Möglichkeit besonders günstig, da sie eine unmittelbare Erdung ermöglicht und außerdem sogar die Auswirkung anderer Störbeeinflussungen wesentlich vermindert.

Digitized by Google

Ergebnisse der CISPR-*)Sachverständigen-Tagung in Brüssel vom 15. bis 17. März 1937.

061. 3 CISPR : 621. 396. 828

In der letzten, der Londoner Tagung (Mai 1936) hatte der Sachverständigenausschuß einen Vorschlag für Höchststörzahlen ausgearbeitet, der von der deutschen Vertretung unter der Voraussetzung für die weitere Erörterung im Hauptausschuß als geeignet angesehen worden war, daß der Meßvergleich zwischen den Meßgeräten der verschiedenen Länder eine brauchbare Toleranz ergibt, und daß die Messungen in den Erzeugungsstellen der elektrischen Maschinen und Geräte keine zu große Streuung der Störspannungen ergeben. Der Meßvergleich, der darauf im Herbst 1936 in Berlin durchgeführt wurde, zeigte aber, daß mit den in den verschiedenen Ländern entwickelten Meßgeräten keine brauchbare Meßtoleranz zu erzielen war. Alle Geräte waren insofern einheitlich, als sie nach dem 1935 in der Berliner Tagung festgelegten Meßverfahren gebaut waren. Weiter ergaben die in deutschen Fabriken ausgeführten Störspannungsmessungen Streuungen von 1 : 3. Es wurde daher von uns die Erörterung der Londoner Höchststörzahlen als verfrüht angesehen und auf Antrag des deutschen Komitees der IEC von der Einberufung des CISPR-Hauptausschusses abgesehen. Es trat danach in Brüssel nur der Sachverständigenausschuß zusammen.

Das Ergebnis der Tagung war folgendes:

1. Die Beschreibung des Meßverfahrens wurde vervollständigt und eindeutiger gemacht. [Bem.: Durch den Bau eines internationalen Meßgeräts (siehe später) zunächst nur für dieses von Bedeutung.]

2. Um Vergleichsmessungen und Eichungen der Meßgeräte zu erleichtern, soll vom belgischen IEC-Komitee ein Normalstörer gebaut werden.

3. Es ist anerkannt worden, daß zur Durchführung vergleichbarer Messungen die Anwendung eines einheitlichen Meßverfahrens nicht ausreicht, sondern daß hierzu die Schaffung eines internationalen Meßgeräts erforderlich ist. Die Arbeit wird vom belgischen Ausschuß unter Leitung von Herrn Braillard übernommen. Die verschiedenen CISPR-Mitglieder werden gebeten, die wesentlichen Bauunterlagen zur Verfügung zu stellen, um den Bau des Meßgeräts zu beschleunigen.

4. Zur Festlegung einer Störspannungsgrenze wurde festgestellt, daß gewisse Länder, wie z. B. England, bereit sind, die in London vorgeschlagenen Störzahlen für alle Maschinenarten, selbst für die, die in London noch nicht vorgesehen waren, sofort anzunehmen, während andere Länder, besonders Deutschland und Holland, die Festlegung irgendwelcher Störzahlen, vor allem mit Rücksicht auf die Unsicherheit der Messung, vorerst ablehnen. Aus diesem Grunde erklärt der Sachverständigenausschuß, daß es ihm zur Zeit unmöglich ist, dem CISPR-Hauptausschuß irgendwelche Störzahlen vorzuschlagen. Er bleibt aber bemüht, die technischen Arbeiten, die als Unterlagen für einen solchen Vorschlag noch nötig sind, vorwärts zu treiben. Dementsprechend wurde nachstehendes Arbeitsprogramm aufgestellt, und es wurden folgende technischen Festlegungen gemacht:

a) Abweichungen der Störzahlen (Streuung) bei Geräten derselben Type bei Messungen in der Fabrik.

Die Messungen in der Fabrik sollen an einer größeren Zahl (100 bis 150) gleichartiger Geräte ausgeführt werden, um einen Schluß auf die Streuung der Störzahlen ziehen zu können. In erster Linie kommen für die Messungen Maschinen unter 500 W in Frage.

b) Festlegung der Meßtoleranz.

Unter der Annahme, daß x die vorgeschriebene Höchststörzahl ist und $\pm y$ decibel der Meßgenauigkeit entspricht, wird folgendes vorgeschlagen:

Die Kontrollaboratorien der Länder sollen noch jeden Apparat als entstört ansehen, bei dem der Wert x um y decibel überschritten wird. Anderseits soll der Konstrukteur den Apparat mindestens um y decibel mehr entstören, um sicher zu sein, daß er nicht von einem Kontrollaboratorium zurückgewiesen wird. Es wird noch hervorgehoben, daß bei Festlegung des Wertes x der Streuung der Störzahlen bei der Herstellung Rechnung getragen werden soll.

c) Sicherheitsvorschriften für Entstörungskondensatoren.

Das Komitee Nr. 12 der IEC wird gebeten werden, die diesbezüglichen Vorschriften der verschiedenen Länder zu vereinheitlichen.

d) Größe des Kondensators zwischen spannungführendem Teil und Gehäuse.

Um den Vergleich der Meßergebnisse verschiedener Länder zu erleichtern, werden folgende Kapazitätsgrößen vorgeschlagen:

I) bei Haushaltgeräten mit isoliertem Gehäuse ein Kondensator von höchstens 0,005 µF.

II) bei tragbaren Geräten mit Erdungsmöglichkeit dieselbe Kapazitätsgröße, da damit gerechnet werden muß, daß das Gerät nicht geerdet wird.

III) bei geerdeten Geräten muß die Kapazitätsgröße ebenfalls begrenzt werden, da eine Unterbrechung der Erdleitung berücksichtigt werden muß. Die Aussprache über diesen Fall wird auf die nächste Tagung verschoben.

e) Andere noch zu behandelnde Fragen:

I) Konstruktion und Installation der Rundfunkempfänger mit Rücksicht auf möglichste Unempfindlichkeit gegen Störungen durch elektrische Geräte.

II) Kopplung zwischen Starkstromnetz und Antenne.

III) Verwendung von Spulen zur Unterdrückung der Störungen.

IV) Größe des Kondensators zwischen spannungführendem Teil und Gehäuse bei Gleichstrom.

Die nächste Tagung soll gemäß Einladung der französischen Delegation Ende September oder Anfang Oktober 1937 in Paris stattfinden.

H. Harbich VDE.

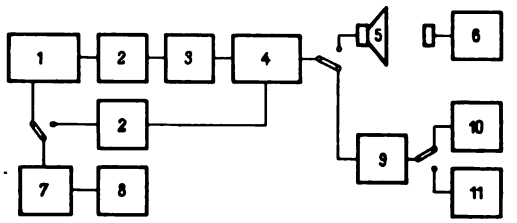
*) Das CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radiophoniques) ist von der IEC geschaffen worden, um Fragen der Rundfunkentstörung international zu behandeln.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Fernmeldetechnik.

621. 396. 722. 08 Messungen an Rundfunkempfängern. — Messungen an Rundfunkempfängern[1]) haben den Zweck, deren Übertragungseigenschaften zu bestimmen. Diese lassen sich in drei Hauptgruppen: Empfindlichkeit, Trennschärfe und Wiedergabegüte zusammenfassen. Um bei den Messungen sinnvolle Ergebnisse zu erhalten, muß der Empfänger eingangs- und ausgangsseitig betriebsmäßig belastet werden. An die Eingangsklemmen wird daher eine Antennennachbildung, die „künstliche Antenne", angeschlossen. Als Normalantenne für Rundfunkempfänger ist von deutscher Seite[2]) die Reihenschaltung einer Induktivität von 20 µH, einer Kapazität von 250 pF und eines Widerstandes von 50 Ω vorgeschlagen, während in den Standard Tests[3]) die Werte 20 µH, 200 pF und 25 Ω angegeben sind. Die Ausgangsseite des Empfängers wird entweder durch den meist im Gerät eingebauten Lautsprecher oder durch einen dem Lautsprecherwiderstand nachgebildeten ohmschen Widerstand abgeschlossen. Um keinen unzulässig großen Gleichspannungsabfall zu erhalten, muß der Widerstand transformatorisch oder über ein Drossel-Kondensator-Glied an die Endröhre angekoppelt werden. Als Ausgangsleistung wird das eine Mal die vom Lautsprecher abgestrahlte Schalleistung,



1 Meßsender
2 Dampfungsglied
3 künstliche Antenne
4 Empfänger
5 Lautsprecher
6 Schalldruckmesser
7 HF.-Verstärker
8 Schwebungssummer
9 Abschlußglied
10 Ausgangsleistungsmesser
11 Klirrfaktormesser

Abb. 1. Grundsätzlicher Aufbau eines Empfängermeßplatzes.

das andere Mal die am Abschlußwiderstand auftretende elektrische Leistung gemessen. Als Normalausgangsleistung ist im letzten Falle eine Tonfrequenzleistung von 50 mW festgelegt, im ersteren Falle eine Schalleistung entsprechend einer Lautstärke von 60 bis 70 Phon in einem senkrecht zur Mittelachse des Lautsprechers gemessenen Abstand von 50 cm[4]). Um die schwer vergleichbaren akustischen Messungen zu vermeiden, wird meistens die elektrische Ausgangsleistung als Bezugswert genommen.

Unter diesen Voraussetzungen bezeichnet man als Empfindlichkeit eines Empfängers den Effektivwert einer mit 400 Hz zu 30% modulierten hochfrequenten Eingangsspannung, die in die künstliche Antenne eingebracht werden muß, um an dem Abschlußwiderstand des Empfängers eine Tonfrequenzleistung von 50 mW zu ergeben. Bei der Messung wird der Empfänger zunächst genau auf den Meßsender abgestimmt und dann mittels des Dämpfungsgliedes die hochfrequente Eingangsspannung so eingestellt, daß am Abschlußwiderstand die Normalausgangsleistung entsteht (Abb. 1). Diese Hochfrequenzspannung ist der Eingangsspannungsbedarf des Empfängers für die Normalleistung und heißt Empfindlichkeit. Es sei bemerkt, daß die Bezeichnung „Empfindlichkeit" für diese Spannung schlecht gewählt ist, da hochempfindliche Geräte nur einen kleinen Eingangsspannungsbedarf haben und umgekehrt. Bei Geräten mit großer Hochfrequenzverstärkung und Überlagerungsempfängern tritt neben der Tonfrequenz mitunter ein starkes Rauschen auf, das bei der Auswertung der Empfindlichkeitsmessungen berücksichtigt werden muß. Der Eingangsspannungsbedarf neuzeitlicher Empfänger liegt zwischen 0,1 µV und 1 V. Aus der Forderung, dem Empfänger derartig kleine Hochfrequenzspannungen zuführen zu können, ergibt sich die Notwendigkeit einer vorzüglichen Abschirmung des Meßsenders gegen den Empfänger sowie des gesamten Meßplatzes gegen den Einfluß anderer Sender.

[1]) S. den Aufsatz auf S. 809 dieses Heftes.
[2]) W. Nestel, Funktechn. Vorw. 4 (1934) S. 156.
[3]) Rep. Stand. Comm. Inst. Radio Engrs. (1933) S. 75.
[4]) R. Moebes, Telegr.-, Fernspr.- u. Funktechn. 25 (1936) S. 297.

Die Trennschärfe eines Empfängers ist international[1]) festgelegt als seine Fähigkeit, einen ganz bestimmten Sender zu empfangen unter Ausschluß aller anderen. Als Maß für die Trennschärfe, die hauptsächlich durch die Zahl und Güte der Abstimmkreise bedingt ist, nimmt man die hochfrequente Durchlaßkurve des Empfängers auf. Um die Hochfrequenzspannung nicht unmittelbar messen zu müssen, wird der Sender moduliert und die am Empfängerausgang auftretende Tonfrequenzspannung als Maß für die Hochfrequenzspannung genommen. Um richtige Ergebnisse zu erhalten, muß erstens die Modulationsfrequenz so niedrig wie möglich gehalten werden, damit auch bei Verstimmung die Seitenfrequenz-, bzw. Niederfrequenzamplitude proportional der hochfrequenten Trägeramplitude gesetzt werden kann, und zweitens muß die dem Empfangsgleichrichter zugeführte HF.-Spannung und damit auch die niederfrequente Ausgangsspannung konstant gehalten werden, damit die Nichtlinearität des Empfangsgleichrichters auf das Meßergebnis keinen Einfluß hat. Die hochfrequente Durchlaßkurve wird nun so aufgenommen, daß der Empfänger zunächst genau auf den mit 400 Hz zu 30% modulierten Meßsender abgestimmt wird und die Normalausgangsleistung eingestellt wird. Dann wird der Meßsender in sehr kleinen Stufen gegen die ursprüngliche Einstellung verstimmt und jedesmal die Eingangsspannung des Empfängers so weit gesteigert, bis sich am Ausgang wieder die Normalleistung ergibt. Aus den so gewonnenen Werten wird die Dämpfung gegenüber der Resonanzfrequenz berechnet und in Abhängigkeit von der Verstimmung aufgetragen. Da die Rundfunksender einen gegenseitigen Frequenzabstand von 9 kHz haben, wird als Maß für die Trennschärfe das Verhältnis der Resonanzspannung zu der Eingangsspannung, die bei einer Verstimmung von ± 9 kHz zur Erreichung derselben Ausgangsspannung erforderlich ist, angegeben. Bei Geräten mit selbsttätigem Schwundausgleich muß darauf geachtet werden, daß die Schwundregelung bei dieser Messung nicht arbeitet, da sonst jede Verringerung der Eingangsspannung infolge Verstimmung des Meßsenders sofort durch eine entsprechende Zunahme der Verstärkung des Empfängers wieder aufgehoben würde.

Die Wiedergabegüte eines Empfängers wird zunächst durch die Messung der linearen und nichtlinearen Verzerrungen bestimmt. Hierzu kommen noch nach Bedarf Messungen über besondere beim Rundfunkempfang auftretende Eigentümlichkeiten wie Röhrenrauschen, Schwunderscheinungen u. ä. Die linearen Verzerrungen können für den Niederfrequenzverstärker in üblicher Weise allein gemessen werden, wenn sein Eingang zum Anschluß eines Tonabnehmers gesondert herausgeführt ist. Um die linearen Verzerrungen des gesamten Empfängers zu messen, wird an seinen Eingang eine mit veränderbarer Frequenz, aber konstantem Modulationsgrad modulierte Hochfrequenzspannung gelegt und die Abhängigkeit der niederfrequenten Ausgangsspannung bzw. des Schalldruckes von der Modulationsfrequenz gemessen. Als Maß für die nichtlinearen Verzerrungen wird im allgemeinen der Klirrfaktor der Ausgangsspannung in Abhängigkeit von den interessierenden Bezugsgrößen wie Ausgangsleistung, Eingangsspannung, Modulationsgrad usw. gemessen. Bei diesen Messungen muß der Klirrfaktor des Meßsenders kleiner als 1% sein, um keine verfälschten Ergebnisse zu erhalten. [H. Jungfer u. H. Köpke, Arch. techn. Messen V 373—1 (1936); 4 S., 10 Abb.] *Sb.*

621. 385. 1 : 621. 396 Aufbau und Herstellung neuzeitlicher Empfängerröhren. — Benjamin, Cosgrove und Warren geben in ihrem Aufsatz zunächst einen Überblick über die Anforderungen an die einzelnen Röhrentypen. So kommt es bei Netzgleichrichterröhren auf kleinen Durchlaßwiderstand und ausreichende Kathoden- und Anodenabmessungen an, bei Zweipolröhren für die Empfangsgleichrichtung dagegen auf den Kennlinienverlauf bei kleinen Anodenspannungen. Die wichtigen Größen Durchgriff, Steilheit und Innenwiderstand bei Dreipolröhren sind der Rechnung soweit zugänglich, um den Einfluß irgendwelcher Abänderungen im Elektrodenaufbau zu übersehen. Bei Dreipol-Endröhren liegt eine Hauptschwierigkeit in der als „Inselbildung" bezeichneten Ungleichförmigkeit des elektrischen Feldes längs der Kathode, die zu Verzerrungen des Kennlinienfeldes im Bereich hoher Anodenspannungen

[1]) Doc. CCIR, Lissabon 1934.

Digitized by Google

führt. Hochfrequenz-Schirmröhren mit engmaschigem Schirmgitter weisen starke Sekundärelektronenbildung auf. Ihre Auswirkungen werden heute allgemein durch Einführung eines Bremsgitters zwischen Schirmgitter und Anode bekämpft, dessen Maschenweite durch Versuche auf einen Bestwert zu bringen ist. Bei Sechspolröhren folgt auf das innere Schirmgitter ein weiteres Steuergitter, von dessen Potential es abhängt, wieviel Elektronen zur Anode gelangen oder zum inneren Schirmgitter zurückkehren. — Die Gleichförmigkeit der einzelnen Röhren hängt davon ab, wieweit die Abmessungen des Elektrodenaufbaus, besonders von Kathode und Gitter, innegehalten werden; ferner vom Grad der Kathodenaktivierung und dem Kontaktpotential von Gitter und Kathode. Elektronenstrom zum Gitter wird durch gute Ausbildung der Isolierteile, Ionenstrom durch ein gutes Vakuum (10^{-5} Torr) vermieden; thermische Gitteremission ist nicht zu befürchten, wenn die Gittertemperatur unter 320° C bleibt. Ladungen von Streuelektronen an der Glaskolbenwand werden durch Abschirmung des ganzen Elektrodenaufbaus oder Karbonisierung der Kolbenwand unschädlich gemacht.

Die Werkstoffe für die Röhrenelektroden müssen hohe Schmelzpunkte besitzen, und dürfen bei den hohen Pumptemperaturen (1000 bis 1100° C) nicht in gasförmigen Zustand übergehen. Für Anode und Halterungen finden Nickel und manchmal Eisen Verwendung. Gitter werden maschinell aus Molybdän und seinen Legierungen hergestellt.

Als Isolierstoff genügt Glimmer den meisten Anforderungen, bei hohen Temperaturen werden Keramikbrücken verwendet, die jedoch größere Herstellungsschwierigkeiten bereiten. Als Träger der wirksamen Kathodenschicht dient bei indirekt geheizten Kathoden Nickel oder, wenn es auf Kleinhalten der Wärmeabstrahlung ankommt, Kupfer. Die wirksame Schicht wird aus Strontium- und Bariumverbindungen gebildet, die als Paste aufgetragen werden und im Vakuum durch Erhitzung zu Oxyden zerfallen. In dem Röhrchen liegt der Heizer aus Wolfram, der mit einem schwer schmelzbaren Isolierstoff bespritzt wird; die weitere Behandlung beeinflußt stark dessen Isolationswert. — Die Form des Heizers wird durch die gewünschte Temperaturverteilung längs der Kathode und die Forderung nach Brummfreiheit bestimmt. Zur Verbesserung des Vakuums werden erdalkalische Metalle, Magnesium usw. als „Getter" durch Hochfrequenzheizung verdampft und die vorhandenen Gasreste gebunden. Nach dem Pumpen wird die Aktivierung abgeschlossen, die in kurzzeitigem starkem Heizen der Kathode auf 850 bis 900° C besteht bei gleichzeitigem Anlegen einer gemeinsamen positiven Spannung an alle Elektroden. Durch elektrolytische Vorgänge bildet sich Barium an der Kathodenoberfläche, und durch die aufprallenden Elektronen wird das Steuergitter vom Bariumniederschlag gereinigt. Einige mechanische oder elektrische Fehler in der Herstellung führen zur Unbrauchbarkeit der Röhre, ebenso beeinträchtigen auftretendes Brummen (besonders bei Allstromröhren), ferner Störgeräusche, Mikrophoneffekt usw. die Wirkungsweise. Auf Stoß- und Bruchfestigkeit wird durch besondere Abstützung der Elektroden am Kolben Rücksicht genommen.

Beim Bau von Röhren für besonders hohe Frequenzen ist auf Eingangs- und Ausgangskapazitäten, auf die Induktivität der Elektroden und ihrer Zuleitungen sowie auf die „Laufzeit" der Elektronen zu achten. Durch den Bau von „Eichelröhren" mit sehr kleinen Abmessungen lassen sich Wellenlängen von 40 cm erreichen. Zur Prüfung der fertigen Röhre werden Messungen von Heizstrom und -spannung, Anodenstrom und Gitterstrom vorgenommen und aus dem Verhältnis vom Gitter zum Anodenstrom bei der gleichen Gitterspannung auf die Güte des Vakuums geschlossen. Die Prüfung auf Unterbrechung oder Schluß in den Elektrodenzuleitungen wird mit einer Glimmlampenschaltung vorgenommen. Bei Spannungsverstärkerröhren kommt eine Messung der Steilheit, bei Endröhren eine Messung der größten abgebbaren Wechselstromleistung hinzu; ferner wird bei Richtverstärkerröhren die Lage des unteren Kennlinienknicks und bei Mischröhren die Mischsteilheit nach einem Hoch- oder Niederfrequenzverfahren ermittelt. [M. Benjamin, C. W. Cosgrove, G. W. Warren, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 401; 33 S., 55 Abb.] *Kpe.*

621. 395. 97 : 621. 396. 97 Die Versorgung von Teilnehmern mit Rundfunkprogrammen über Leitungen mittels Trägerwellen. — Aus verschiedenen Gründen[1]) besteht für den Drahtfunk ein allgemeines Interesse, das sich in neuerer Zeit wieder verstärkt. Für die Übertragung von Drahtfunkprogrammen kommen entweder die vorhandenen Fernsprechnetze, die Lichtnetze oder besonders ausgelegte Leitungen in Frage, während die Übertragung selbst entweder niederfrequent oder mit Hilfe einer Trägerfrequenz durchgeführt werden kann. Es ist wirtschaftlich und technisch am günstigsten, die Übertragungen mit Trägerfrequenzen im Langwellenbereich (150 bis 300 kHz) über die vorhandenen Fernsprechnetze durchzuführen, wobei 3 bis 5 Programme gleichzeitig in entsprechenden Frequenzkanälen zur Programmauswahl übertragen werden können (bei den deutschen Versuchsnetzen wurden vorläufig die Trägerfrequenzen 155, 220 und 250 kHz gewählt).

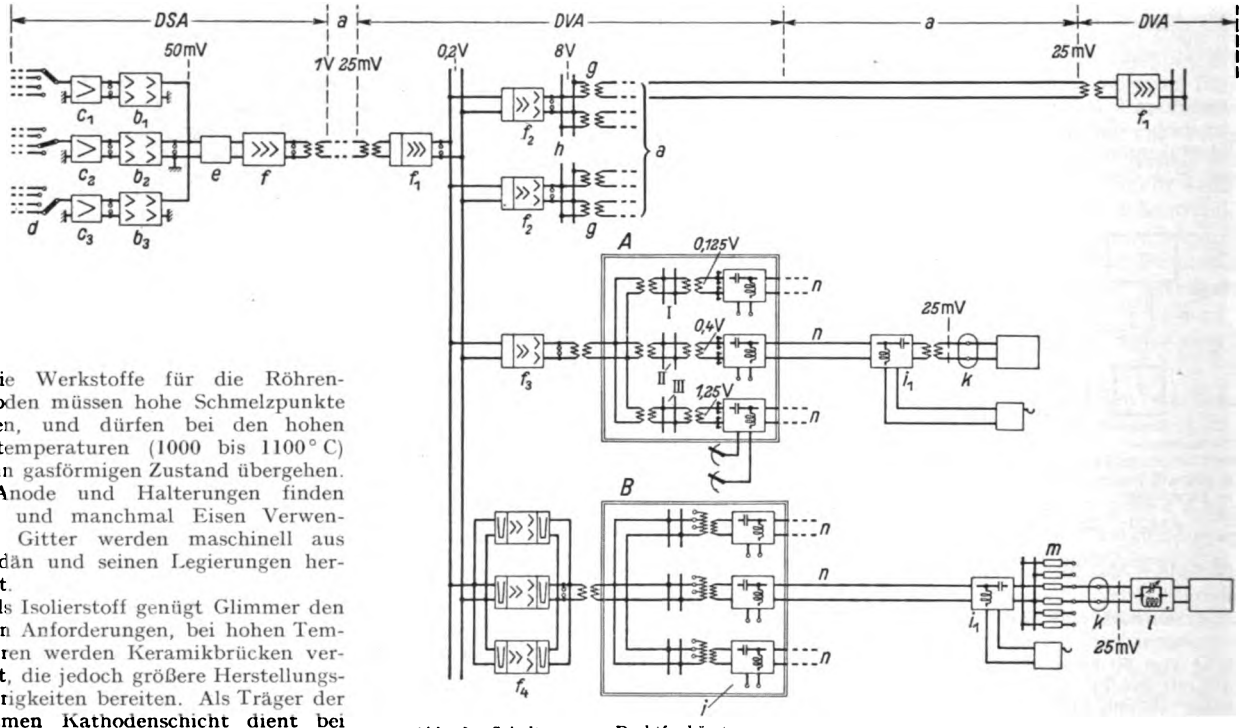


Abb. 2. Schaltung von Drahtfunkämtern.

Im grundsätzlichen Aufbau eines Drahtfunknetzes dieser Art bilden ein Rundfunk-Verstärkeramt, ein Fernamt und die diesem zugehörigen Ortsämter eine Gruppe, die sich zwanglos als Einheit eines Drahtfunknetzes darbieten. Als hauptsächliche Übertragungsaufgaben sind die Verteilung der Hochfrequenzenergie vom Fernamt an die einzelnen Ortsämter über die Ortsverbindungsleitungen (benutzt werden z. B. Überweisungsleitungen) und die Verteilung innerhalb der Ortsämter an die einzelnen Teilnehmer zu unterscheiden. Die Übertragungswege müssen in der ersten Gruppe wegen der Summierungsgefahr sehr hochwertig sein, die der zweiten Gruppe brauchen nicht so hohen Ansprüchen zu genügen, da hier keine Häufung der Ver-

[1]) F. Gladenbeck, ETZ 56 (1935) S. 121.

Digitized by Google

zerrungen zu befürchten ist. Eine ausreichende Empfangsspannung mit genügendem Abstand vom Störpegel (d. s. z. B. 25 mV je Träger bei Kabeln und praktisch etwa 100 mV bei Freileitungen) läßt sich bei den in diesem Verteilungsgebiet vorkommenden Entfernungen mit Sendeleistungen von im Höchstfall einigen Watt erzielen, die also noch mit kleinen Verstärkern aufzubringen sind. Liegen Teilnehmergruppen weiter als 5 km vom Ortsamt entfernt, so würde die Leistung bei Einzelversorgung unwirtschaftlich groß werden. Es ist dann zweckmäßiger, die Teilnehmergruppe über einen an einer geeigneten Verzweigungsstelle des Kabels besonders aufgestellten Zwischenverstärker zu versorgen.

Ein Beispiel für den technischen Aufbau in einem Sendeamt *(DSA)*, einem Verstärkeramt *(DVA)* und bei den Teilnehmern führt Abb. 2 vor Augen. Jedem Drahtfunksender ($b_1 \dots 3$) ist im allgemeinen ein Rundfunkzusatzverstärker ($c_1 \dots 3$) fest zugeordnet, mit dem über das Schaltfeld (*d*) das gewünschte Programm von den Rundfunkfernleitungen gewählt wird. Eine Spulenleitung (*e*) schneidet die hochfrequenten Oberwellen ab und über einen gemeinsamen Verstärker (*f*) sowie die mit Übertragern symmetrisch abgeschlossene Ortsverbindungsleitung (*a*) führt der Weg zum Verstärkeramt *(DVA)*. An die hier vom Steuerverstärker (f_1) gespeiste Sammelschiene werden gleichzeitig die Endverstärker (f_2) für die Versorgung von Ortsverbindungsleitungen und Endverstärker (f_3) bzw. (f_4) zur Versorgung von Teilnehmerleitungen angeschlossen. Die Ortsverbindungsleitungen werden vorzugsweise jede für sich durch besondere Übertrager (*g*) an die Sammelschienen (*h*) angeschlossen. Für die Versorgung der Teilnehmerleitungen dienen wieder Endverstärker. Zu jedem Endverstärker gehört ein Verteilungssystem, das mit Hilfe von Übertragern und Untersammelschienen jeder Teilnehmerleitung die für sie notwendige Sendespannung zuführt. Elektrische Weichen auf der Amtsseite (*i*) und auf der Teilnehmerseite (i_1) sorgen für eine Trennung des Niederfrequenz- und Hochfrequenzweges. Trennscharfe (Rundfunk-)Empfänger werden unmittelbar über eine Steckdose (*k*) angeschlossen, Einkreisempfänger erhalten einen Vorabstimmkreis (*l*). Schließlich können mehrere Teilnehmer über eine Verzweigungsschaltung (*m*) gemeinsam an eine Leitung (*n*) angeschlossen werden. Bei der Energieverteilung kommt es darauf an, jeder Teilnehmerleitung je nach ihrer Dämpfung eine entsprechende Sendespannung zu geben. Zwei Ausführungsbeispiele der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten dieser Aufgabe sind unter *A* und *B* dargelegt. Der Aufbau der Verstärker richtet sich danach, ob man die Trägerfrequenzen einzeln (Kanalverstärker) oder gemeinsam (Breitbandverstärker) verstärken will. Zur Vermeidung nichtlinearen Nebensprechens von einem Programm auf das andere müssen alle Übertragungsteile möglichst linear sein. Aus diesem Grunde sind die gemeinsamen Verstärker linearisiert. Weichen sorgen für die Trennung des Drahtfunk- und des Fernsprechweges. Als Empfänger für den Drahtfunk dient das Rundfunkgerät. Überwachungsempfänger geben ein Bild von der Güte der Übertragung. Mit besonders entwickelten Meß- und Prüfgeräten kann man die Sendespannungen auf den Ämtern messen und sie auf den Leitungen und beim Teilnehmer verfolgen (s. a. Abb. 2). Zudem können in größeren Zeitabständen Frequenzkurven der demodulierten Niederfrequenz mit dem Pegelschreiber in Verbindung mit einem Meßgleichrichter aufgenommen werden. [E. Buchmann, Siemens-Z. 17 (1937) S. 197; 12 S., 20 Abb.] *Kdn.*

621. 395. 614 : 681. 84 **Kristall-Tonabnehmer.** — Die Verwendung piezoelektrischer Kristalle für Lautsprecher, Mikrophone und Tonabnehmer machte bislang Schwierigkeiten, weil die gezüchteten Seignette-Kristalle aus weinsaurem Kalium-

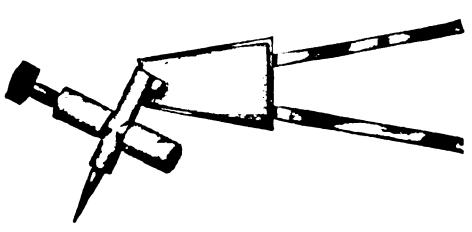


Abb. 3. „Bieger" für Kristall-Tonabnehmer.

Natrium keine genügende Haltbarkeit und eine zu geringe mechanische Festigkeit aufwiesen. Außerdem waren auch die erzeugten Spannungsamplituden bei Druckänderungen zu gering. Diese Schwierigkeiten sind jetzt behoben. Abb. 3 zeigt einen aus Seignettesalz-Plättchen hergestellten „Bieger", wie er in Kristalltonabnehmern Verwendung findet, mit Nadelhalter und Anschlußfahnen. Der völlig in Gummi gelagerte Nadelhalter überträgt die seitlichen Auslenkungen der Plattenschrift auf den etwa 1 mm starken Kristall, dessen seitlich aufgeklebte Stanniolplättchen die erzeugten Spannungen abnehmen. Der „Bieger" besteht aus zwei zusammengekitteten Platten, die unter genauer Beachtung der Kristallisationsachsen geschnitten und geschliffen sind. Ein Vorteil der neuen Bauart ist neben der verhältnismäßig hohen erzeugten Spannung das geringere Gewicht des Tonabnehmers gegenüber älteren elektromagnetischen. Da ferner die piezoelektrische Spannung des Biegers proportional der Auslenkung aus der Ruhelage ist,

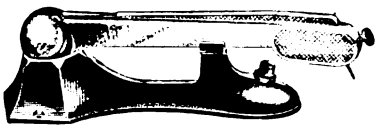


Abb. 4. Kristall-Tonabnehmer.

werden im Gegensatz zu anderen Tonabnehmern die tieferen Frequenzen, bei denen bekanntlich die von der Schallplatte abgetastete Spannung proportional der aufgezeichneten Bewegungsamplitude ist, klanggetreuer wiedergegeben. Im übrigen wurde, da für die mittleren und hohen Frequenzen die von der Schallplatte abgetastete Spannung proportional der Geschwindigkeitsamplitude ist, die Frequenzkurve des Kristall-Tonabnehmers durch geeignete Wahl des Potentiometerwiderstandes und hohe Abstimmung des schwingenden Systems (Bieger und Halterung) derart entzerrt, daß auch in diesem Gebiet eine gute Wiedergabe erzielt wird. *He.*

621. 396. 82 : 34 (436) **Erweiterung des gesetzlichen Schutzes gegen Störung des Rundfunkempfanges in Österreich.** — In § 23 des Elektrizitätsgesetzes ist s. Z. in Österreich der Schutz des ungestörten Rundfunk-Betriebes sichergestellt worden. Dies geschah durch Ausdehnung des Begriffs der Sicherheitsvorschriften auf den Störschutz, womit dieser Begriff wesentlich erweitert worden ist. Die Abgrenzung des Wirkungsbereichs dieses Störschutzes erfolgte 1932 und wurde dahin festgelegt, daß nur der Inlandsrundfunk gesetzlichen Schutz genießen sollte. Hierdurch ergab sich jedoch eine Benachteiligung der im Nahbereich der Rundfunksender wohnenden Teilnehmer insofern, als deren Entstörungsansprüche sich nur auf die verhältnismäßig große Feldstärke des Bezirkssenders erstreckten, während fernab liegende Rundfunkteilnehmer auch bei geringer Empfangsfeldstärke des Inlandsrundfunks den gesetzlichen Störschutz in Anspruch nehmen und damit gleichzeitig störfreien Fernempfang aus dem Auslande wiedergeben konnten. Mit einer am 9. 12. 1936 erlassenen Novelle zur Starkstromverordnung hat dieser Zustand insofern eine grundsätzliche Änderung erfahren, als neuerdings sämtlichen Rundfunkteilnehmern ein Recht auf Auslandsempfang zugestanden wird, auch wenn der Inlandsempfang ungestört ist. Zur Bedingung wird gemacht, daß keine Beeinträchtigungen des Betriebes der Störanlage zu gewärtigen sind, und daß der Gestörte die Kosten trägt. Eine andere wichtige Neuerung ist das Verbot des Vertriebes unentstörter Geräte, das sich auch auf die vom Ausland eingeführten Erzeugnisse bezieht. Die praktische Auswirkung dieses Gesetzes hinsichtlich des technischen und wirtschaftlichen Mehraufwandes sowohl für Fertigerzeugnisse als auch für bestehende Anlagen dürfte wichtige Aufschlüsse geben. [G. Pfeuffer, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 625; 1 S., 0 Abb.] *Cd.*

621. 396. 71 **Vor 25 Jahren: Das deutsche Kolonial-Funknetz.** — Die im Jahre 1906 als Versuchsanlage erbaute Großfunkstelle Nauen diente neben der Erprobung von Sendern in erster Linie Reichweiteversuchen. Als Gegenfunkstellen wurden hierbei Schiffe benutzt. Die bei diesen Gelegenheiten gewonnenen Erkenntnisse sowie die Erfahrungen der deutschen Bordfunkerei im Verkehr von Schiff zu Schiff ließen die Frage nach einer sicher arbeitenden funktelegraphischen Verbindung zwischen Deutschland und seinen Kolonien auftauchen, die sich dann 1911 zum Studienauftrag an die Telefunken-Gesellschaft verdichtete. Durch einen praktischen Versuch sollte die Möglichkeit dargetan werden, Deutschland von dem immer drückender fühlbar werdenden englischen Kabelnetz unabhängig zu machen und für den Kriegsfall die Kolonien wenigstens auf dem drahtlosen Wege mit der Heimat zu verbinden. Die Aussichten für ein Gelingen erschienen zuerst gänzlich unsicher, wenn auch im

Digitized by Google

Jahre 1911 erstmalig Nauen auf eine Entfernung von mehr als 5000 km gut gehört worden war. Ja, in der Südsee waren Zufallsverbindungen auf mehr als 8000 km beobachtet worden. Die in Mitteltogo im Jahre 1911/12 gemachten Versuche waren dann aber befriedigend. So wurde Anfang 1912, also vor 25 Jahren, das große Vorhaben Wirklichkeit. Sämtliche Funkstellen wurden mit Löschfunkensendern ausgerüstet.

Die beiden Großfunkstellen Kamina (Togo) und Windhuk (Deutsch-Südwestafrika) wurden gleichzeitig in Angriff genommen und die Bauten dann so gefördert, daß am 1. 7. 1914, einen Monat vor Kriegsausbruch, die Abnahmeversuche, die eine glänzende Bestätigung aller vorausgesetzten Verhältnisse ergaben, beginnen konnten.

Bei Kriegsausbruch wurden dann, wie erwartet, schon vor der eigentlichen Kriegserklärung die englischen Kabel gesperrt und die rein deutschen Kabel durchgeschnitten. Die funk-

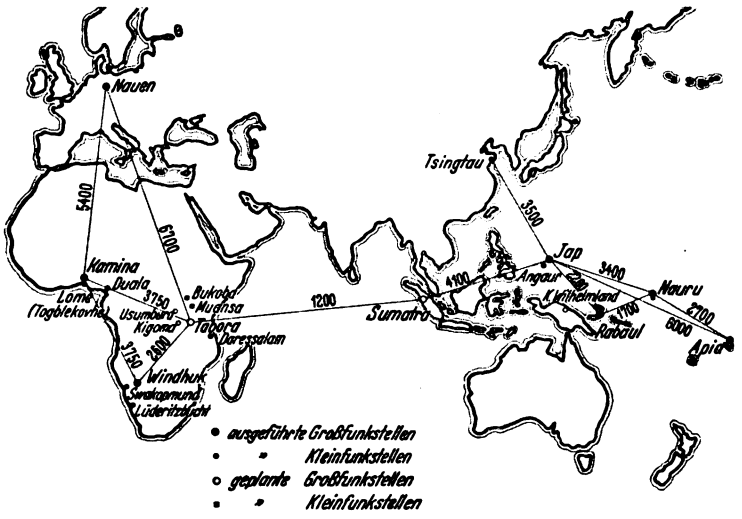


Abb. 5. Ehemaliges deutsches Kolonial-Funknetz.

telegraphische Verbindung Nauen—Kamina—Windhuk mit Anschluß nach Kamerun wurde daraufhin sofort eingesetzt und arbeitete ausgezeichnet, solange die Kolonien selbst von uns noch gehalten werden konnten. Deutsch-Ostafrika war also in die eigentliche Funkverbindung mit der Heimat bei dem damaligen Bauvorhaben nicht einbegriffen worden, obwohl alle Vorbereitungen dafür in Tabora bereits getroffen worden waren. Es handelte sich damals darum, durch Versuche auf dem Wege Nauen—Kamina—Windhuk festzustellen, ob die geplanten Antennenleistungen ausreichten; außerdem sollte Tabora gegebenenfalls so ausgerüstet werden, daß diese Großfunkstelle später als Zwischenfunkstelle für den Verkehr Nauen—Tabora—Südsee benutzt werden konnte.

Bei unseren Südsee-Kolonien lagen die Verhältnisse insofern anders, als es nach dem damaligen Stande der drahtlosen Technik gänzlich ausgeschlossen sein mußte, die Südsee unmittelbar mit einer heimatlichen Funkstelle in Verbindung zu bringen. Deshalb wurde beschlossen, das koloniale Südsee-Funknetz (Abb. 5) an das über Jap (Karolinen) nach Guam und Menado laufende Kabel der Deutsch-Niederländischen Telegraphen-Gesellschaft anzuschließen. Über Jap war auch die Verbindung mit Tsingtau gesichert, ferner sollten an Jap über die Phosphatinsel Nauru als Stützpunkt die beiden wichtigsten Kolonien Neuguinea (Regierungssitz Rabaul) und Samoa (Apia) angeschlossen werden.

Mit dem Bau sämtlicher vier Südseestationen wurde Anfang 1913 begonnen und auch die Tätigkeit dieser Großfunkstellen, die mit einer Antennenleistung von 35 kW, gegenüber einer solchen von 100 kW bei den afrikanischen Großfunkstellen, ausgerüstet waren, hat sich — bis zu dem Augenblick, wo sie durch den Gang der Kriegshandlungen ebenfalls ihren Betrieb einstellen mußten — als sehr wichtig und segensreich erwiesen. Das Opfer, das von Deutschland durch die Zerstörung des kolonialen Funknetzes infolge des Krieges gebracht werden mußte, ist sicherlich nicht vergeblich gewesen, da die beim Bau und Betrieb der kolonialen Funkstellen damals gemachten Erkenntnisse zum Teil grundlegend für die Entwicklung der gesamten Funktechnik überhaupt waren.

C. W. Doetsch VDE, Berlin.

Elektromaschinenbau.

621. 313. 36 /. 37. 016. 1 **Das Anlaufmoment bei Repulsionsmotoren und Dreiphasen-Reihenschluß-Kommutatormotoren.** — Die in der Arbeit behandelten Reihenschluß-Kommutatormotoren werden überall dort verwendet, wo es sich um besonders schwere Anlaufbedingungen handelt. Außer der noch erreichbaren Größe des Anlaufmomentes interessiert mit Rücksicht auf die Schaltgeräte, Sicherungen usw. die Größe des Anlaufstromes. Vergleicht man Angaben über diese Größen, die von einzelnen Firmen in ihren Werbeschriften und auch im Schrifttum gemacht werden, so erkennt man, daß der Repulsionsmotor ein gegebenes Verhältnis von $\frac{\text{Anlaufmoment}}{\text{Nennmoment}}$ mit einem kleineren Verhältnis von $\frac{\text{Anlaufstrom}}{\text{Nennstrom}}$ erreicht als der Dreiphasen-Reihenschlußmotor. Durch einen genauen Vergleich der beiden Motorengattungen, bei dem auch der Einfluß der Bürstenkurzschlußströme berücksichtigt ist, wird gezeigt, welche Gründe für das nur scheinbar günstigere Verhalten des Repulsionsmotors im Anlauf gegenüber dem Dreiphasen-Reihenschlußmotor maßgebend sind. Außer den durch die ein- bzw. dreiphasige Schaltung bedingten physikalischen Unterschieden werden auch die häufig bei neuzeitlichen Motoren anzutreffenden Unterschiede in den elektrischen und magnetischen Beanspruchungen untersucht. Es zeigt sich, daß nicht die Schaltung als solche für das verschiedenartige Verhalten im Anlauf maßgebend ist, sondern gewisse durch die Praxis als zweckmäßig erwiesene Annahmen, die mit Rücksicht auf eine möglichst günstige Arbeitsweise beider Motoren im Synchronismus gemacht werden müssen. Besonders bedeutsam ist der Unterschied in den prozentualen Magnetisierungsströmen und dem Leistungsfaktor, der bei Nennlast im Synchronismus beim Dreiphasen-Reihenschlußmotor um rd. 10 % größer ist als beim Repulsionsmotor. [H. Jordan, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 7, S. 417; 25 S., 24 Abb.]

621. 314. 21 : 621. 315. 614. 6. 015. 5 **Die elektrische Festigkeit der Transformatorisolation.** — Montsinger hat vor einiger Zeit Versuchsergebnisse über die Durchschlagfestigkeit von Preßspan, abhängig von der Zeitdauer der einwirkenden Spannung, veröffentlicht[1]). Bellaschi und Teague zeigten im Januar 1936 auf der Wintertagung der AIEE einige Kurven, die das gleiche Thema behandelten[2]). In einer neuerlichen Arbeit geben sie nun erweiterte Versuchsergebnisse bekannt. Auch hierbei wurden scharfkantige Plattenelektroden benutzt. Zunächst wurden Transformatorenöl zwischen 6 und 25 mm Abstand und eine Preßspanart („Fullerboard, hergestellt aus Baumwolle) von 1,4 und 3,1 mm Stärke untersucht. In dem Bereich ganz kurzer Beanspruchungszeiten wurde mit der amerikanischen Normalwelle 1,5|40 µs gearbeitet. Daran schlossen sich Versuche mit „Schaltüberspannungen", die durch eine etwa sinusförmige Halbwelle von etwa 1000 µs Dauer dargestellt wurden. Die Beanspruchungszeiten bei Wechselspannung von 60 Hz betrugen wenige Perioden bis 1 Minute. Die Versuche bestätigen das Vorhandensein der schon von Montsinger für Preßspan festgestellten drei Gebiete mit verschiedenem Verlauf der Zeit- und Spannungskurve. Im ersten Gebiet der ganz kurz wirkenden Stoßspannungen fällt die Spannung sehr rasch ab, im anschließenden zweiten Gebiet ist sie konstant, im dritten fällt sie langsam, um bei Wechselspannung von 1 Minute Einwirkungszeit sich asymptotisch einem Endwert zu nähern. Bei Öl reicht das Gebiet der konstanten Durchschlagspannung unabhängig von der Elektrodenentfernung von etwa 10 bis 1000 µs, bei Preßspan von etwa 2 bis 16 000 µs. Zur genauen Angabe der Grenzen des Gebietes konstanter Durchschlagspannung reicht die Zahl der gewonnenen Versuchspunkte noch nicht aus. Es ist daher die Übereinstimmung mit Montsinger, der für Preßspan von 1,6 mm Stärke ein von 3 µs bis 50 000 µs reichendes konstantes Gebiet feststellte, als einigermaßen gut zu bezeichnen. Bezogen auf die 1 Minuten-Durchschlagspannung bei Wechselspannung von 60 Hz stellen die Verfasser im konstanten Gebiet für Öl ein Stoßverhältnis von 2,4 bis 2,6, für Fullerboard von 3,1 fest.

[1]) Electr. Engng. 54 (1935) S. 1300; ETZ 57 (1936) S. 450.
[2]) Electr. Engng. 55 (1936) S. 450; ETZ 57 (1936) S. 1006.

Digitized by Google

Als eine der Praxis des Transformatorenbaues näherkommende Anordnung wird dann unter Benützung der gleichen Plattenelektroden eine Hintereinanderschaltung von 2 Preßspänen von je 1,4 mm Stärke und von 3 Ölzwischenräumen von je 3,2 mm untersucht. Für Stöße von 0,35 bis 40 µs Halbwertdauer ergibt sich ebenfalls wieder eine konstante Durchschlagspannung bei einem Stoßverhältnis von 2,2. Der verschiedene Verlauf der Zeitspannungskurve in den oben gekennzeichneten Gebieten hat, wie die Verfasser erneut aussprechen, seine Ursachen in der verschiedenen Durchschlagsmechanik. Die scharfkantigen Plattenelektroden, die in den Vereinigten Staaten mit Vorliebe bei solchen Versuchen benützt werden, begünstigen das Auftreten von Gleitfunken, die sich bei den verschiedenen Gebieten verschieden stark ausbilden können. Diese Gleitfunken beeinträchtigen etwas die Sauberkeit der mitgeteilten Versuchsergebnisse. [Bellaschi u. Teague, Electr. Engng. 56 (1937) S. 164; 4 S., 10 Abb.] *Rbn.*

Beleuchtung.

621. 327. 44 : 628. 971 **Eine neue Straßenbeleuchtungsanlage mit Natriumdampflampen.** — Auf der Straße von Bordeaux nach Pau ist eine neue Versuchsstrecke von 1800 m Länge mit Natriumdampflampen ausgerüstet worden, bei denen zur Erzielung größerer Breitstrahlung neuartige Spiegelleuchten

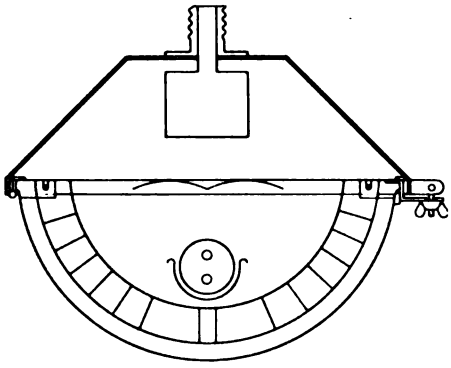
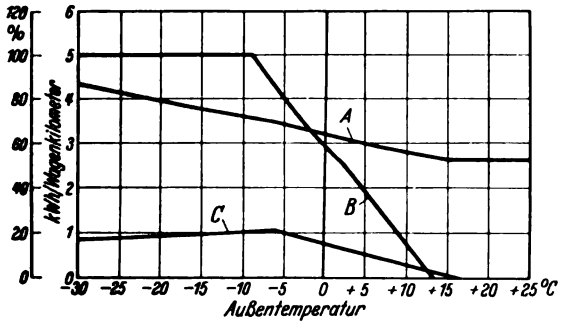


Abb. 6. Spiegelleuchte für Breitstrahlung.

(Abb. 6) verwendet werden. Diese Breitstrahlung wird erreicht durch eine Anzahl radial angeordneter Lamellen, die aus ebenen Glassilberspiegeln bestehen. [J. Wetzel, Rev. gén. Électr. 41 (1937) S. 186; 3 S., 5 Abb.] *Lgf.*

Verkehrstechnik.

656. 21 (73/79) : 621. 365. 4. 016. 23 **Einfluß der Temperatur auf den Energieverbrauch von Bahnen.** — Die Illinois Central Railroad hat während der letzten 9 Jahre auf den Vorortzügen in Chicago einen Zug des normalen Verkehrs mit Registriergeräten ausgerüstet, die den Stromverbrauch der Heizkreise und das Arbeiten der Thermostaten aufzeichneten.



A Gesamt-Energieverbrauch in kWh/Wagen-km
B Einschaltdauer der Heizung in % der Fahrdienstzeit
C prozentualer Anteil der Heizenergie an der Gesamtenergie

Abb. 7. Energieverbrauch und Heizung in Abhängigkeit von der Außentemperatur.

In dieser Zeit war die Temperatur an 108 Tagen des Jahres unter 0° C, an 210 Tagen des Jahres mußten die Züge geheizt werden. Jeder der 280 Wagen von 128 m³ Rauminhalt und 84 Sitzplätzen wird durch Heizkörper von insgesamt 32,5 kW Leistung geheizt. Die Temperatur wird durch Thermostaten auf 13,5° C konstant gehalten. Ist die Außentemperatur unter 0°, so werden die Wagen im Wagenschuppen etwa 1 Stunde lang vorgeheizt. Zur Verminderung des Heizverbrauches wird 15 bis 20 min vor Einfahrt in den Wagenschuppen die Heizung ganz ausgeschaltet. Der mittlere Halteabstand der Strecken beträgt 1,54 km, im Mittel wurden monatlich 1,33 Mill Wagen-km gefahren. Kurve *A* der Abb. 7 zeigt die Abhängigkeit der am Unterwerk verbrauchten Energie von der Außentemperatur. Der etwas steilere Anstieg dieser Kurve von 7° an und der Anstieg unter —9° sind nicht mehr der Heizung zuzuschreiben, sondern dem erhöhten Lichtverbrauch, der größeren Leistung der Luftverdichter und der größeren Bewegungsenergie zur Einhaltung der Fahrpläne bei längeren Aufenthalten. Die längeren Aufenthalte bei Kälte werden dadurch hervorgerufen, daß die Fahrgäste sich in den Warteräumen aufhalten und bei Einlaufen des Zuges den nächsten Wagen zustreben, sich also nicht gleichmäßig auf den Zug verteilen. Ein Einfluß der Temperatur auf den Bewegungswiderstand konnte nicht festgestellt werden. Kurve *B* zeigt die Einschaltzeit der Heizung in Prozent der Betriebszeit. Unter —9° C bleibt die Heizung dauernd eingeschaltet. Zwischen 0 und —9° zeigt die Kurve eine Verflachung, weil bei Kälte die Türen zwischen Plattform und Wageninnerem von den Fahrgästen meist geschlossen gehalten werden. Kurve *C* zeigt den Anteil der Heizenergie an dem gesamten am Unterwerk gemessenen Energieverbrauch. [H. E. Preston, Electr. Engng. 56 (1937) S. 361; 2 S., 1 Abb.] *Dtt.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

621. 385. 18. 015. 1 **Die Spannungskonstanz von Stabilovoltröhren.** — Zur Konstanthaltung von höheren Gleichspannungen, besonders von Netzspannungen, sind die Stabilisatorröhren ein sicheres und bequemes Hilfsmittel[1]). Mit einer etwa einen Monat eingebrannten Röhre läßt sich leicht eine Spannungskonstanz bis zu 1% erzielen. Bei höheren Anforderungen muß die durch die erste Röhre stabilisierte Spannung durch eine zweite Röhre nochmals stabilisiert werden. Abb. 8 zeigt die Schaltung einer Versuchsanlage, mit der H. Gockel untersucht, welche Genauigkeit sich dann erreichen läßt. Die erste Röhre arbeitet mit zwei Glimmstrecken und liefert demnach 140 V stabilisierte Spannung. Von der zweiten Röhre

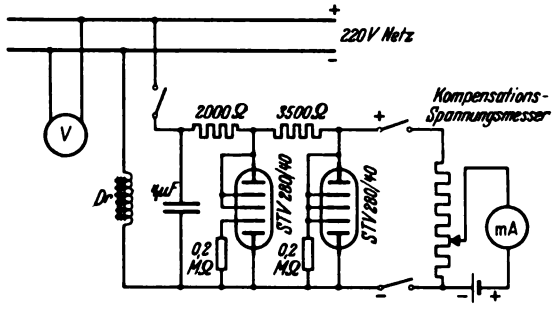


Abb. 8. Versuchsanlage für zweifach stabilisierte Gleichspannung.

wird eine Glimmstrecke benutzt. Die Sekundärspannung beträgt daher 70 V. Die größten Fehler werden durch Temperaturschwankungen in den Röhren hervorgerufen. Die Röhren zeigen je Glimmstrecke einen Temperaturkoeffizienten von — 0,03 V/° C Raumtemperatur. Bei Ausschaltung von Temperaturschwankungen ist eine Konstanz von 0,08% zu erreichen, sofern die Netzschwankungen 10% nicht überschreiten. Zu Beginn der Inbetriebnahme zeigen die Röhren eine tägliche Spannungserhöhung von etwa 0,7%, die nach 30 Tagen auf 0,01% zurückgeht. Nach 600 Tagen ist keine Änderung mehr festzustellen. Bei Betriebsunterbrechungen, auch kurzzeitigen, springt die Spannung um einige Prozent. Die Röhre braucht erneut einige Tage, bis ihre Spannung wieder einen Festwert annimmt. Auch Belastungsänderungen sind zu vermeiden [H. Gockel, Phys. Z. 38 (1937) S. 65; 3 S., 4 Abb.] *Br.*

621. 317. 39. 082. 15 : 531.7 **Umwandlung mechanischer Schwingungen in elektrische.** — Die bekannten Verfahren zur Umformung von Druck- und Bewegungsgrößen in elektrische erfordern zur Erzielung ausreichender Empfindlichkeit einen sehr kleinen Abstand zwischen den Belegungen (0,01 bis 0,02 mm) und leiden darunter, daß die kleine Kapazität von etwa 100 cm eine hohe elektrische Störanfälligkeit mit sich bringt. Die Schwierigkeit der Herstellung kleiner Abstände vermeidet H. Sell durch Anordnung eines festen Dielektrikums zwischen den Belegungen. Bei Verwendung starrer, fest anliegender Elektroden ist die Empfindlichkeit einer solchen Anordnung sehr gering. Ist dagegen eine dünne Luftschicht zwischen dem

[1]) Vgl. R. Seidelbach, ETZ 56 (1935) S. 299.

Digitized by Google

Dielektrikum und den Druckstempeln vorhanden, so ergeben sich sehr hohe Kapazitätsänderungen, die aber infolge der Einwirkung von Adhäsions- und Reibungskräften nicht konstant sind. Die Ausschaltung dieses störenden Einflusses gelingt durch Aufrauhung der Oberfläche, etwa mit einem Sandstrahlgebläse. Die Kurven sind dann hysteresefrei. Die auf diese Weise hergestellten Druck- und Schwingungsmesser haben eine große Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse und lassen sich mit recht großer Kapazität bauen, da die Dielektrizitätskonstante fester Dielektriken hoch gegen Luft ist und da große Flächen verwendet werden können. Wählt man nur eine Elektrode starr und mit aufgerauhter Fläche, die andere als dünne Metallschicht auf dem Dielektrikum, so erhält man ein Kondensatormikrophon, das jedoch für elektroakustische Zwecke zu unempfindlich ist, da seine Eigenfrequenz sehr hoch liegt. Man kann die Eigenfrequenz, die in der Hauptsache durch das Luftpolster zwischen Membran und fester Elektrode bedingt ist, herabsetzen, wenn man die Elektrode mit zahlreichen Durchbrechungen versieht. So erhält man Mikrophone, die bei genügender Empfindlichkeit große Kapazität und großen Frequenzumfang besitzen. [H. Sell, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 3; 8 S., 8 Abb.] *ue.*

Hochspannungstechnik.

621. 315. 623 /. 626. 015. 33 Stoßspannungs-Überschlagwerte von Isolatoren und technischen Anordnungen. — J. C. Dowell und C. M. Foust haben es unternommen, die für die verschiedensten technischen Anordnungen in einzelnen Laboratorien gemessenen Stoßüberschlagswerte vorläufig für Zwecke der vergleichenden Beurteilung und Abstufung des Sicherheitsgrades zusammenzustellen. Für die eigenen Messungen der Verfasser wurden die bereits in einem früheren deutschen Sammelbericht[1]) beschriebenen Anordnungen benutzt. Bei Stoßwellen wurde die Höhe der Spannung sowohl mit Kugelfunkenstrecke unter Zugrundelegung der neuesten vom AIEE vorgesehenen Eichkurven[2]) als auch mittels Kathodenstrahloszillographen gemessen. Letzterer diente insbesondere auch zur Bestimmung der „Überschlagzeit", worunter die Zeit vom Nennbeginn der Stoßwelle (Schnittpunkt der den 10 %- und 90 %-Wert der Stoßstirn verbindenden Geraden mit der Null-Linie) bis zum Augenblick des Überschlags verstanden ist.

Die mitgeteilten Kurven und Zahlentafeln beziehen sich auf folgende Anordnungen: Meßfunkenstrecken für Kugelpaare von 6,25 bis 200 cm Dmr., und zwar für einpolige Erdung. Wiedergegeben sind die Werte für positiven und negativen Spannungsstoß, wobei die letzteren Werte mit denjenigen für 60 Hz übereinstimmen. Für diese sind die bereits früher veröffentlichten[3]), von dem zuständigen AIEE-„Unterausschuß für Instrumente und Messungen" angenommenen und auch von der IEC- übernommenen Spannungswerte[4]) zugrunde gelegt. Für Stoßspannungen sind dagegen die von einem AIEE-„Unterausschuß für Kugelfunkenstrecken-Eichkurven" vorläufig festgesetzten und je nach der Aufstellungsart (waagerechte oder senkrechte Anordnung, Größe des jeweilig verfügbaren Abstandes geerdeter Teile usw.) nur bis zu einem gewissen Verhältnis von s/D (bis höchstens 0,75 bei einer Meßgenauigkeit von $\pm$ 3 %) zu verwendenden und auch von dem IEC-Unterausschuß für Stoßspannungen auf der Sitzung in Arnheim im September 1935 vorläufig angenommenen Werte aufgenommen. [Nach schriftlicher Mitteilung gelten die Werte für senkrechte Anordnung der Kugeln, wobei die untere geerdet ist[5]). Der Ber.] Für isolierte Anordnung können dieselben Werte benutzt werden, wenn bei Kugeln mit $D \geq 25$ cm ein Abstand $s/D \geq 0{,}33$ und bei Kugeln mit $D \leqq 50$ cm ein Abstand $s/D \leqq 0{,}25$ eingehalten wird.

Weitere Kurven beziehen sich auf die in den V. S. Amerika viel gebrauchte Stabfunkenstrecke[6]), wobei auch das Unstetigkeitsgebiet unterhalb etwa 40 cm Schlagweite[7]) deutlich hervortritt. Während für positive Stoßüberschlagspannung schon 1934 von der NEMA und dem EEI (Edison Electric Institute) bestimmte Überschlagwerte vereinbart worden waren[8]), sind hier für dieselben atmosphärischen Verhältnisse ($t = 25°$, $b = 760$ Torr, $f = 15{,}0$ g/m³) auch Stoßspannungen für negative Polarität und beide Stoßwellenformen (1|5 und 1,5|40 µs) wiedergegeben, für die schon vorher etwa gleichzeitig von Heye[9]) sowie von Bellaschi und Teague[10]) Entwürfe veröffentlicht worden waren. Außer für die Mindeststoßüberschlagspannung dieser beiden Stoßwellen sind auch Kurven der Überschlagspannung für kürzere Überschlagzeiten (0,1 bis 6 µs) in Abhängigkeit von der Schlagweite aufgetragen. Ergänzt werden diese Kurven durch Stoßkennlinien, bei denen die Überschlagspannung abhängig von der Überschlagzeit für verschiedene Schlagweiten der Stabfunkenstrecke dargestellt ist. [Ähnliche Messungen über den Zusammenhang von Schlagweite und Mindeststoßüberschlagspannung sind auch deutscherseits in der letzten Zeit vielfach durchgeführt worden[11]). Der Ber.]

Der Vollständigkeit halber sind auch Überschlagkurven von Stabfunkenstrecken bis 60 Hz, und zwar sowohl für trockenen wie beregneten Zustand wiedergegeben. Dann folgen Kurven und Zahlentafeln der positiven und negativen Überschlagspannung der in den V. S. Amerika gebräuchlichsten Hänge-Isolatorenformen, über die bisher[12]) nur für Betriebsfrequenz und positive Mindeststoßüberschlagspannung Werte einheitlich festgelegt waren. Die Stoßspannungswerte sind, in Abhängigkeit von Isolatorgliedzahl und Überschlagweg aufgetragen und zwar, wie bei Stabfunkenstrecken für beide Stoßwellenformen (1|5 und 1,5|40 µs) bzw. verschiedene Überschlagzeiten. Entsprechende Kurven werden auch für Freiluftstützer mitgeteilt. Für den Durchschlag von Preßspan und Funkenstrecken unter Öl werden teilweise bereits früher veröffentlichte Kurven[13]) der Vollständigkeit halber wiedergegeben. Die Verfasser bringen dann sehr ausführliche Unterlagen über die Stoßüberschlagspannung von Durchführungsisolatoren aller Art. Dabei wird von dem Überschlag längs glatten Herkolite-Rohren und Holztraversen in Luft und unter Öl ausgegangen. Bei den Durchführungsisolatoren werden besonders solche mit Schutzarmaturen berücksichtigt und die Einstellung der Funkenstrecke für die betreffende Betriebspannung angegeben. Dabei wird eine Unterscheidung der Durchführungen für verschiedene Höhenlage vorgenommen. Für die Erniedrigung der betriebsfrequenten und Stoßüberschlagspannung mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel werden ebenfalls Kurven mitgeteilt. Weitere Kurven berücksichtigen den Einfluß der absoluten Luftfeuchtigkeit auf die Höhe der betriebsfrequenten und der Mindeststoßüberschlagspannung, wobei für Stabfunkenstrecken, Stützer und Kettenisolatoren sowie Durchführungen jeweils eine einheitliche Korrektionskurve für die Stoßwellen 1,5|40 bzw. 1|5 µs unter Benutzung der letzten hierüber erschienenen Veröffentlichung von Fielder[14]) zugrunde gelegt wird. [J. C. Dowell u. C. M. Foust, Gen. electr. Rev. 40 (1937) S. 141; 12 S., 34 Abb.] *W. W.*

[1]) ETZ 56 (1935) S. 423.
[2]) Electr. Engng. 55 (1936) S. 783.
[3]) S. Fußnote 4.
[4]) Vgl. IEC-Veröffentlichung 52; ETZ 56 (1935) S. 1243.
[5]) Wegen etwaiger Unterschiede in der Art der Aufstellung vgl. u. a. J. R. Meador, Electr. Engng. 55 (1935) S. 1002 und W. Dattan, ETZ 57 (1936) S. 377.
[6]) P. Jacottet, ETZ 58 (1937) S. 70 und 628.
[7]) Har. Muller, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) S. 211.
[8]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 882; ETZ 56 (1935) S. 513.
[9]) Gen. Electr. Rev. 37 (1934) S. 548; ETZ 56 (1935) S. 423.
[10]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 1638; Electr. J. 32 (1935) S. 56; — ETZ 56 (1935) S. 423.
[11]) P. Jacottet, ETZ 58 (1937) S. 628.
[12]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 882; — ETZ 56 (1935) S. 513.
[13]) V. M. Montsinger, Electr. Engng. 54 (1935) S. 1300 und 55 (1936) S. 403; — ETZ 57 (1936) S. 450 und 1006; — P. L. Bellaschi und W. L. Teague, Electr. Engng. 56 (1937) S. 164.
[14]) Electr. J. 29 (1935) S. 543; — ETZ 57 (1936) S. 1433; 58 (1937) S. 513.

AUS LETZTER ZEIT.

Fortschritt und Normung im Fernsehen. — Auf der Berliner Funkausstellung hat die Deutsche Reichspost u. a. wieder eine Fernsehschau aufgebaut, die über die neuesten technischen Fortschritte dieses Gebietes Rechenschaft gibt. Besonders wichtig ist der Übergang vom 180-Zeilen-Bild auf eine neue Norm von 441 Zeilen, die nach dem Zeilensprungverfahren geschrieben werden. Damit wird eine bedeutend höhere Bildschärfe erreicht und das Flimmern des Bildes stark vermindert. Entsprechend dieser höheren Bildgüte mußten naturgemäß auch die Aufnahmegeräte und Verstärker technisch vervollkommnet werden. Sämtliche ausgestellten Geräte sind bereits auf die neue deutsche Norm zugeschnitten. Während auf der Ausstellung eine Innen- und eine Freilichtbühne für den Fernsehbetrieb vorhanden sind, ist für den ständigen deutschen Fernsehbetrieb ein neues Fernschbühnenhaus am Adolf-Hitler-Platz in Berlin geschaffen worden, das nach der Funkausstellung für den Fernsehrundfunk zur Verfügung steht. [W. Ohnesorge, Völk. Beob., 15. 7. 1937.]

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

39. Mitgliederversammlung in Königsberg (Pr.).

Vom 5. bis 7. August 1937 werden sich die deutschen Elektrotechniker zu der 39. Mitgliederversammlung des VDE in Preußens Haupt- und Residenzstadt Königsberg, der Krönungs- und Festungsstadt am Pregel zusammenfinden. Seit der 30. Jahresversammlung im Jahre 1925, die in der alten deutschen Stadt Danzig stattfand, führt der VDE die Fachgenossen erstmalig wieder in den deutschen Osten. Die Elektrotechniker werden es besonders begrüßen, daß ihnen anläßlich der Mitgliederversammlung Gelegenheit gegeben wird, das deutsche Kulturzentrum des Ostens kennenzulernen. Die Stadt Königsberg, die Ordensfeste am Pregel, mit ihrer bald 400 Jahre alten Universität, die Wirkungsstätte des großen Philosophen Immanuel Kant, wird viele Besucher besonders interessieren[1]).

Das Ordensschloß mit der Krönungskirche der preußischen Könige.

Mit Handel und Industrie ist die neuerblühende Großstadt des deutschen Ostens eng verbunden. Schon seit der Zeit vor dem Kriege findet alljährlich die Deutsche Ostmesse in Königsberg statt. Sie umfaßt im allgemeinen eine Warenmustermesse, eine Technische und Baumesse sowie eine Anzahl von Sonderausstellungen, in denen besonders Landwirtschaft und Industrie des Ostlandes gezeigt werden. Eine Woche nach der VDE-Tagung, vom 15. bis 18. August, wird in diesem Jahre die 25. Deutsche Ostmesse stattfinden.

Eine besondere Bedeutung kommt der Energieversorgung sowohl der industriellen als auch der landwirtschaftlichen Betriebe in Ostpreußen zu. Schon während des Krieges wurde für eine verstärkte Elektrisierung des durch die Russen verwüsteten Grenzlandes Sorge getragen, um hierdurch den Wiederaufbau zu unterstützen[2]). Eine rasche Entwicklung der Stromversorgung setzte nach Gründung des Ostpreußenwerkes im Januar 1920 ein[3]). Durch eine 60 kV-Sammelschiene von Insterburg über Friedland nach Elbing[4]) und Danzig wurden die verschiedenen Kraftwerke und Stromversorgungsbezirke miteinander gekuppelt[5]). Im Energieaustausch mit dem Ostpreußenwerk steht das eigene am Pregel gelegene Dampfkraftwerk der Stadt Königsberg. Ein erhöhter Energiebedarf wird sich zwangläufig durch ein Anwachsen der Industrie und eine weitere Einführung der Elektrizität in der Landwirtschaft ergeben. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, daß Ostpreußen im Jahre 1934 als erster Gau Deutschlands die Beseitigung der Arbeitslosigkeit melden konnte.

Durch den Versailler Vertrag ist Ostpreußen zu einer deutschen Insel inmitten fremder Staaten geworden. Jegliche Verkehrsmittel zu Lande waren daher auf die Durchführung durch fremde Gebietsteile angewiesen. Um eine Unabhängigkeit vom Ausland zu erreichen, mußte der Weg über das Meer oder durch die Luft zu einer ungestörten Verbindung mit Ostpreußen herangezogen werden. Für den Personen- und Güterverkehr wurden daher der „Seedienst Ostpreußen" sowie deutsche Luftverkehrswege geschaffen. Für den Nachrichtenverkehr, insbesondere das Fernsprechwesen und den Anschluß des ostpreußischen Landessenders in Heilsberg (des Reichssenders Königsberg) an das deutsche Rundfunksendenetz, wurden besondere Seekabelverbindungen zwischen Ostpreußen und dem Mutterlande hergestellt. Das im Jahre 1920 fertiggestellte 170 km lange erste Ostpreußenkabel[6]) zwischen Leba in Pommern und Tenkitten bei Pillau war das längste Fernsprech-Seekabel der Welt; bis zum Jahre 1929 wurden noch zwei weitere Fernmeldekabel verlegt[7]), bei denen insbesondere auch den Bedürfnissen des Rundfunks Rechnung getragen wurde. Nur wenige Teilnehmer an der Ferntagung des VDE am 23. 2. 1937 werden daran gedacht haben, daß die Ansprachen der VDE-Bezirke Danzig und Königsberg mit Hilfe dieses großartigen Erzeugnisses der deutschen Elektrotechnik übertragen wurden.

Sowohl die Entwicklung der Energieversorgung in Ostpreußen als auch die Schaffung des Nachrichtenweges mit dem Mutterland mögen mit dazu beigetragen haben, daß im Dezember 1921 der damalige Ostdeutsche Elektrotechnische Verein gegründet wurde. Dieser Verein war seit seiner Gründung Miglied des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Im Jahre 1933 wurde er in einen Gau des VDE umgewandelt. Der heutige VDE-Bezirk Ostpreußen hat die Fachgenossen zu der 39. Mitgliederversammlung des VDE eingeladen und hat keine Mühe gescheut, die umfangreichen Vorarbeiten hierfür durchzuführen.

Die Hauptveranstaltung der Tagung ist die Mitgliederversammlung am Donnerstag, den 5. August, in der Stadthalle. Nach einer Begrüßung durch den Vorsitzenden des VDE, Herrn Reichspostminister Dr.-Ing. E. h. W. Ohnesorge VDE, wird Herr Direktor Karl Krecke, der Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft, über „Neuere Entwicklungslinien der Elektrizitätsversorgung" sprechen, wobei die großen Tagesfragen der Elektrizitätswirtschaft erörtert werden. Neben einer Darlegung grundsätzlicher Begriffe werden die neuzeitlichen Fragen der Elektrizitätsversorgung, wie bezirkliche und überbezirkliche Verbundwirtschaft, Tarif- und Wettbewerbsfragen u. dgl. besprochen. Weiter wird die Mitgliederversammlung den Jahresbericht bringen, in dem der VDE vor der gesamten elektrotechnischen Öffentlichkeit Rechenschaft über seine Tätigkeit im letzten Jahre ablegen wird.

Von den technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen des Tagungsprogramms stehen die VDE-Fachberichte an erster Stelle. In den 16 Vortragsreihen, zu denen die Einführenden jeweils eine zusammenfassende Übersicht vortragen, werden Sonderfragen aus folgenden Gebieten behandelt[8]): Kraftwerke, Betrieb von Netzen, Leitungen, Maschinen und Transformatoren, Stromrichter, Schaltgeräte, Elektrowärme, Antriebe, Bahnen, Luftfahrt, Steuerung und Regelung, Fernwirktechnik, Meßtechnik, Telegraphie, Telephonie, Funktechnik. Insgesamt werden außer den 16 Übersichten der Einführenden 59 Einzel-

[1]) Z. VDI 73 (1929) S. 841.
[2]) ETZ 35 (1914) S. 1121 und 37 (1916) S. 481.
[3]) ETZ 41 (1920) S. 114, 414, 731.
[4]) ETZ 54 (1933) S. 881, 915.
[5]) ETZ 45 (1924) S. 1073, 49 (1928) S. 395, 54 (1933) S. 842, Z. VDI 73 (1929) S. 849.
[6]) ETZ 41 (1920) S. 656, 42 (1921) S. 333 u. 370.
[7]) ETZ 51 (1930) S. 1149.
[8]) ETZ 58 (1937) H. 23, S. 645.

Digitized by Google

berichte vorgetragen, an die sich Aussprachen anschließen, so daß jeder Fachgenosse Gelegenheit hat, zu den Vorträgen Stellung zu nehmen und eigene Erfahrungen und Forschungsergebnisse bekanntzugeben. Die Lieferung des nach der Tagung erscheinenden Sammelbandes „VDE-Fachberichte 1937", der 9. Band der Reihe, ist in diesem Jahre erstmalig in dem Preis für das Teilnehmerheft einbegriffen, so daß jedem Teilnehmer an der Tagung auch diejenigen Berichte zugänglich gemacht werden, die ihm durch die zeitliche Anordnung von fünf Parallelvortragsreihen sonst verloren gehen würden.

Für die Jungingenieure der Elektrotechnik findet eine besondere Veranstaltung am Freitag, dem 6. August, in der Handelshochschule statt. Nach einer Begrüßung durch Herrn Dir. Dr.-Ing. R. Fischer VDE, Königsberg, werden der Vizepräsident des Danziger Senates, Herr Dr. Wilhelm Huth VDE, und ferner Herr Prof. Dr.-Ing. habil. Weißmann VDE, Hannover, über die Aufgaben und Ziele der Jungingenieurarbeit des Verbandes sprechen. Außerdem werden die Jungingenieure an allen übrigen Veranstaltungen während der Mitgliederversammlung teilnehmen, wobei ihnen insbesondere durch den Besuch der Fachberichte Gelegenheit zur fachlichen Weiterbildung gegeben ist.

Die Stadt Königsberg hat die Teilnehmer an der Tagung zu einem Begrüßungsabend in der Stadthalle am 5. August eingeladen. Für Freitag, den 6. August, ist eine gesellige Veranstaltung im Gesellschaftshaus Tiergarten vorgesehen.

Im Anschluß an den wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Teil der Tagung wird den Teilnehmern durch Besichtigungsfahrten Gelegenheit gegeben, bedeutende Industrieanlagen, geschichtliche Stätten und die Schönheit Ostpreußens kennenzulernen.

Am Sonntag, dem 8. August, werden die Elektrotechniker auf Einladung des VDE-Bezirkes die Freie Stadt Danzig besuchen, wobei eine Stadt- und Hafenbesichtigung sowie ein Ausflug nach Zoppot den Besuchern ein Bild Danzigs vermitteln wird.

Die Mitglieder des VDE und alle Freunde der deutschen Elektrotechnik wollen wir an die Worte erinnern, mit denen der VDE-Bezirk Ostpreußen bei der Ferntagung des VDE am 23. 2. 1937 seine Einladung wiederholte:

Gau Ostpreußen grüßt vom Bernsteinstrand
Die Fachgenossen im ganzen deutschen Vaterland.
Hier pulst ein neues, hoffnungsvolles Leben,
Das uns des Führers Tat gegeben.
So rufen wir zu allen Gauen:
Kommt selber, es Euch anzuschauen!
Und jeder sei sich des bewußt:
VDE-Hauptversammlung Königsberg 5. bis 7. August.

Zugverbindungen nach Königsberg.

Es empfiehlt sich dringend für die Reise von und zur VDE-Mitgliederversammlung die besonders hierfür eingelegten

Verwaltungs-Sonderzüge

zu benutzen:

Am 4. August 1937 D 115

Ab Berlin-Charlottenburg	15^{26}
„ „ -Schlesischer Bahnhof . .	16^{06}
An Königsberg/Pr.	23^{47}

Am 8./9. August 1937

Ab Königsberg/Pr. Hbf.	23^{13}
An Berlin-Schlesischer Bahnhof . .	8^{18}
„ „ -Charlottenburg	8^{50}.

Ferner wird der fahrplanmäßige Zug D 104 am 8. August 1937 ab Königsberg/Pr. Hbf. 10^{44} nach Bedarf verstärkt.

Mit Rücksicht auf den in dieser Zeit zu erwartenden sehr starken öffentlichen Reiseverkehr wird dringend empfohlen, die vorstehenden Züge zu benutzen.

VDE-Fachberichte 1937. Programmheft.

Das Programmheft der VDE-Fachberichte 1937, die während unserer 39. Mitgliederversammlung in Königsberg (Pr.) am 5. und 6. August vorgetragen werden, ist soeben erschienen. Das Heft im Umfange von 32 Seiten DIN A 5 enthält den genauen Zeitplan, Angaben über Zeit und Ort der Fachberichte, alphabetische Übersichten über die Einführenden und Fachberichterstatter sowie vor allem Inhaltsangaben der einzelnen Vorträge.

Den Teilnehmern an der Mitgliederversammlung wird das Programmheft zusammen mit dem Teilnehmerheft vorher zugestellt. Im übrigen kann es von der Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, kostenlos bezogen werden.

Bekanntmachung.
Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat Entwürfe zu den neuen Normblättern

DIN VDE 9424 „Wandsteckdose 15 und 25 A, 250 und 380 V" und
DIN VDE 9425 „Wandstecker 15 und 25 A, 250 und 380 V" aufgestellt.

Ferner sind in den Normblättern

DIN VDE 9402 „Zweipolige Steckdose 10 A, 250 V" und
DIN VDE 9403 „Zweipoliger Stecker 10 A, 250 V"

einige Änderungen vorgenommen worden. Die Normblätter werden nachstehend veröffentlicht. Einsprüche sind bis zum 1. September 1937 in doppelter Ausfertigung der Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer: Blendermann

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

Installationsmaterial

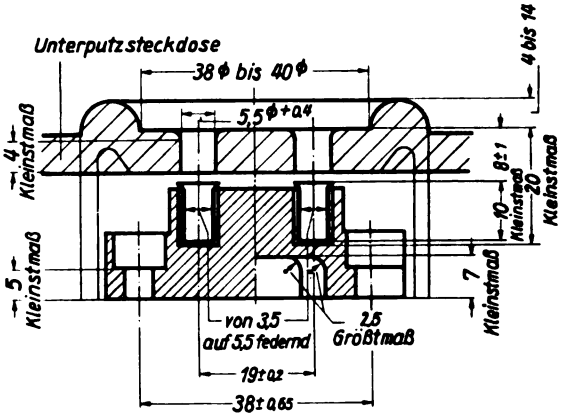
Zweipolige Steckdose
10 A 250 V

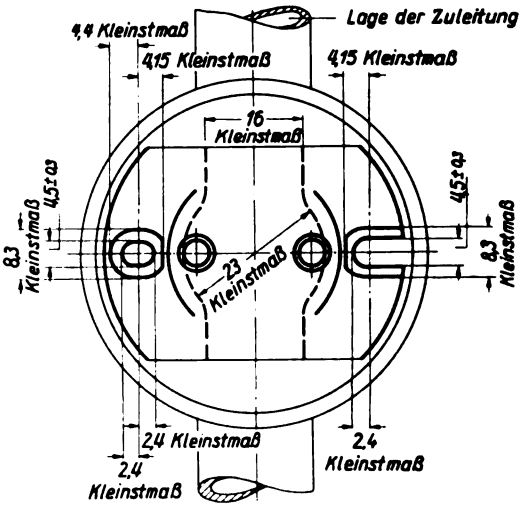
Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 9402

Maße in mm

Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich. Der Einsatz kann mit vollem oder hohlem Sockel ausgeführt werden.





Die Steckdose muß VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I." entsprechen.

Prüfung mit Lehre nach DIN VDE . . .

Juli 1937 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Digitized by Google

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Installationsmaterial

Wandsteckdose

15 und 25 A — 250 und 380 V

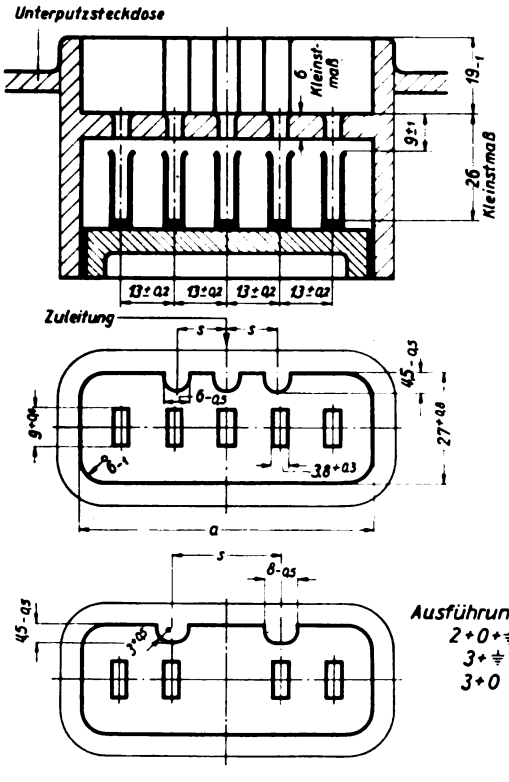
Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 9424

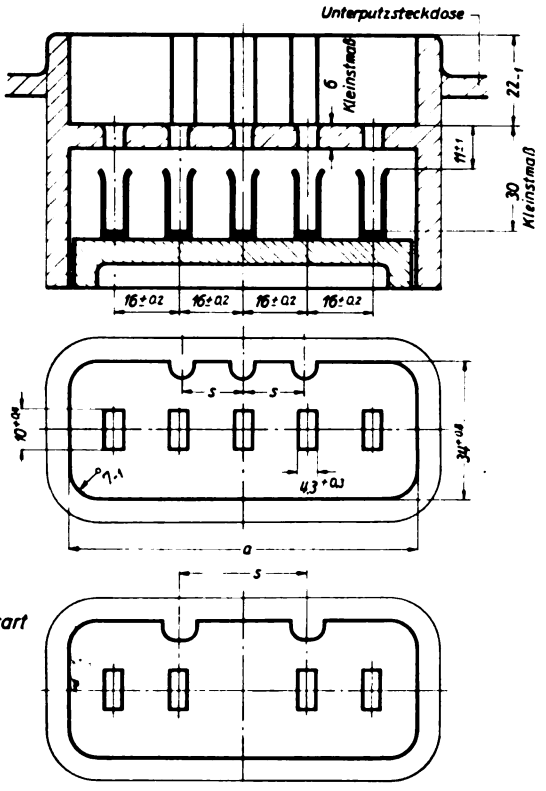
Maße in mm

Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich.

15 A



25 A

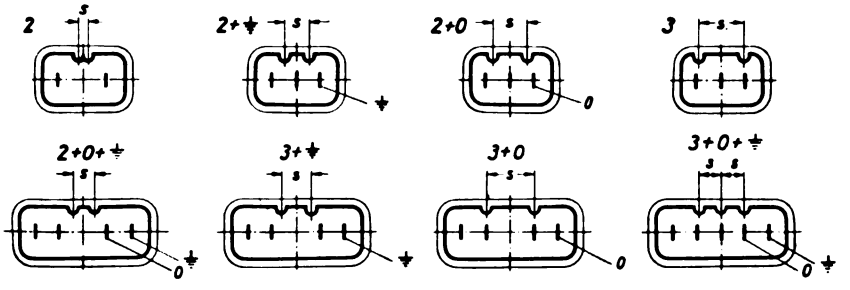


Ausführungsart	Spannungsbezeichnung	a	s
2 + ⏚	250 V — 380 V ~	47 + 1	13 ± 0,2
2 + 0			19 ± 0,2
3			25 ± 0,2
2 + 0 + ⏚	380 V ~		11 ± 0,2
3 + ⏚		73 + 1	17 ± 0,2
3 + 0			27 ± 0,2
3 + 0 + ⏚			12,5 ± 0,2

Ausführungsart	Spannungsbezeichnung	a	s
2	250 V — 380 V ~	54 + 1	6 ± 0,1
2 + ⏚			16 ± 0,2
2 + 0			23 ± 0,2
3			30 + 0,2
2 + 0 + ⏚	380 V ~		14 ± 0,2
3 + ⏚		86 + 1	21 ± 0,2
3 + 0			32 ± 0,2
3 + 0 + ⏚			15 + 0,2

Bei der Ausführung dieser Wandsteckdosen sind Schutzrechte zu beachten. Über Lizenzen gibt die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Berlin W 35, Corneliusstraße 3, Auskunft.

Ausführungsarten



Die Steckdosen müssen VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I." entsprechen.

Digitized by Google

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Installationsmaterial

Wandstecker

15 und 25 A — 250 und 380 V

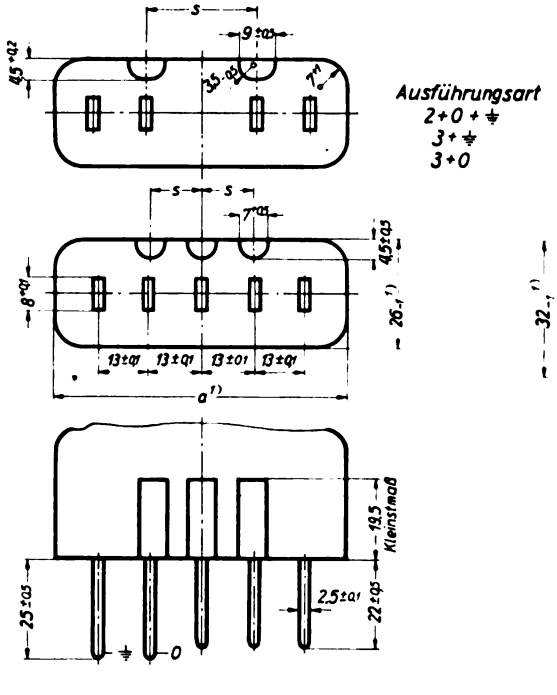
Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 9425

Maße in mm

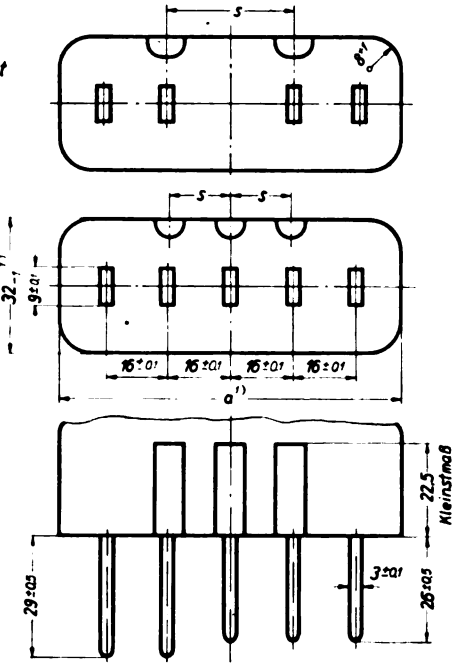
Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich.

15 A



Ausführungsart
2+0+⏚
3+⏚
3+0

25 A



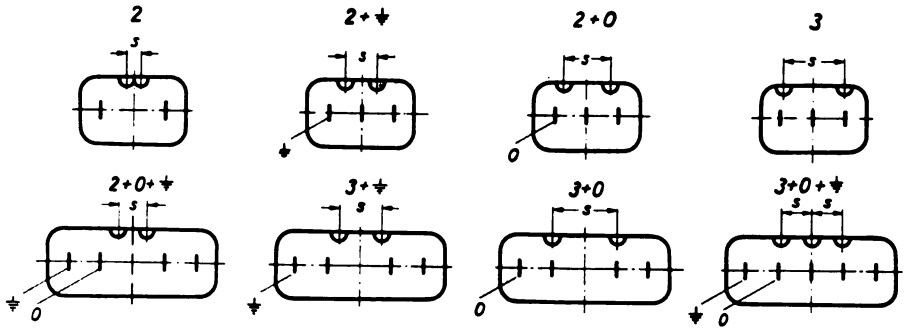
Stiftenden gerundet oder abgeschrägt. Die Kontaktstifte können beweglich sein.

Ausführungsart	Spannungs-bezeichnung	a	s
2 + ⏚	250 V — 380 V ~	46—1	13 ± 0,2
2 + 0	380 V ~		19 ± 0,2
3			25 ± 0,2
2 + 0 + ⏚		72—1	11 ± 0,2
3 + ⏚			17 ± 0,2
3 + 0			27 ± 0,2
3 + 0 + ⏚			12,5 ± 0,2

Ausführungsart	Spannungs-bezeichnung	a	s
2	250 V — 380 V ~	53—1	6 ± 0,1
2 + ⏚	380 V ~		16 ± 0,2
2 + 0			23 ± 0,2
3			30 ± 0,2
2 + 0 + ⏚		85—1	14 ± 0,2
3 + ⏚			21 ± 0,2
3 + 0			32 ± 0,2
3 + 0 + ⏚			15 ± 0,2

Bei der Ausführung dieser Wandstecker sind Schutzrechte zu beachten. Über Lizenzen gibt die Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, Berlin W 35, Corneliusstraße 3, Auskunft.

Ausführungsarten



¹) Die Außenabmessungen des Steckerkörpers müssen innerhalb der Maße 19,5 bzw. 22,5, von der Stirnseite des Steckers aus gemessen, eingehalten werden. Die Stecker müssen VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." entsprechen.

Digitized by Google

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

Installationsmaterial

Zweipoliger Stecker

10 A 250 V

Elektrotechnik

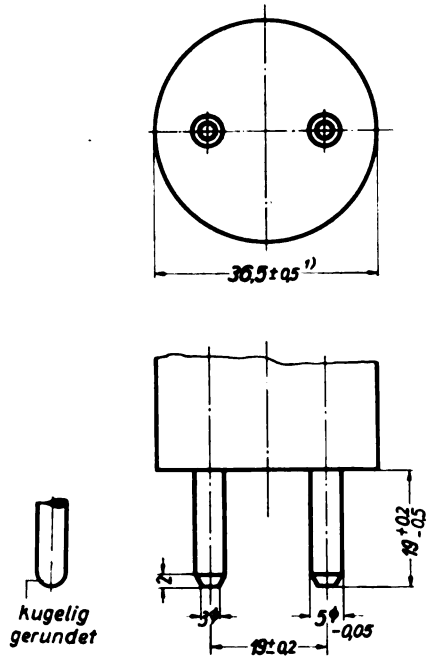
DIN

Entwurf 1

VDE 9403

Maße in mm

Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich.



[1]) Dieser Durchmesser darf innerhalb eines Abstandes von 15 mm, von der Stirnfläche des Steckers aus gemessen, nicht überschritten werden. Der Stecker muß VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I." entsprechen.

Juli 1937 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Neu erschienene VDE-Arbeiten.

Sonderdrucke der folgenden neuen VDE-Arbeiten sind inzwischen erschienen und können von der Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 — VDE-Haus, zu den angegebenen Preisen bezogen werden:

VDE 0250 U / Juni 1937	„Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen". Fassung gültig ab 15. 10. 1936, mit Änderungen gültig ab 24. 12. 36, 11. 2. 1937 und 20. 5. 1937	—,40 RM
VDE 0255 a/1937	„Vorschriften für Papierbleikabel in Starkstromanlagen". Änderung an VDE 0255/1934, gültig ab 1. 5. 1937	—,10 „
VDE 0255/1937	„Vorschriften für Papierbleikabel in Starkstromanlagen". Geänderte Fassung, gültig ab 1. 5. 1937	—,40 „
VDE 0260 U/1937	„Umstell-Vorschriften für Papierbleikabel mit Aluminiumleitern bis 6 kV". Erstfassung, gültig ab 1. 7. 1937	—,40 „
VDE 0281/1937	„Vorläufige Richtlinien für die Herstellung von Verbindungen und Abzweigungen von Aluminium-Leitungen in Installationen". Veröffentlichung des Ausschusses für Errichtungsvorschriften	—,10 „
VDE 0610 U a/1937	„Umstell-Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung". Änderung, gültig ab 13. 5. 1937	—,10 „
VDE 0670/1937	„Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R. E. H." Neufassung, gültig ab 1. 7. 1937	—,80 „
VDE 0810 U b/1937	„Umstell-Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen". Änderungen, gültig ab 29. 4. bzw. 17. 6. 1937	—,10 „
VDE 0855 a/1937	„Vorschriften für Antennenanlagen". Änderung, gültig ab 8. 7. 1937	—,10 „

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Guglielmo Marconi †. — Am 20. 7. starb in Rom Marchese Guglielmo Marconi im 63. Lebensjahre. Auf das Schaffen dieses Mannes, dessen Namen unlösbar mit der Entwicklung der Funktechnik verknüpft ist, werden wir in einem besonderen Nachruf zurückkommen.

Jubiläum. — Am 15. Juni konnte Herr Dir. Carl W. H. Doetsch VDE auf eine 25jährige Tätigkeit bei der Telefunken-Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. zurückblicken. Herr Doetsch trat im Jahre 1912 als leitender Projekten- und Montageingenieur in die damals neu gegründete Kolonialabteilung der Telefunken-Gesellschaft ein und arbeitete mit an der funkentelegraphischen Verbindung Deutschlands mit den Kolonien, Entwicklung der Station Nauen, Herstellung einer drahtlosen Verbindung mit Nordamerika sowie anderen großen Aufgaben[1]). Bei Ausbruch des Krieges war er als Bau- und Betriebsleiter der Großstation Kamina in Togo und geriet bei der Zerstörung der Station in französische Gefangenschaft, aus der er erst 1919 befreit wurde. Nach seiner Rückkehr leitete Herr Doetsch als Oberingenieur das Großstationsbüro, dessen Sonderaufgaben unter anderem in dem Bau der Großstationen Kootwijk (Holland), Malabar (Java), Monte Grande (Argentinien) und Sepetiba (Brasilien) und der Umgestaltung von Nauen bestanden. Mit der Einführung des deutschen Rundfunks wurde Herr Doetsch Leiter der Geschäftstelle Berlin von Telefunken.

[1]) Vgl. a. S. 823 dieses Heftes.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

Antennenbuch. Bedeutung, Planung, Berechnung, Bau, Prüfung, Pflege und Bewertung der Antennenanlagen für Rundfunkempfang. Von Dr.-Ing. F. Bergtold. Mit 107 Abb. u. 128 S. im Format A 5. Verlag der G. Franz'schen-Buchdruckerei G. Emil Mayer G. m. b. H., München 1937. Preis kart. 3,40 RM, geb. 4,75 RM.

Nach dem Band 4 der Telefunken-Buchreihe: „Bessere Antennen, besserer Empfang" ist in der vorliegenden Schrift von F. Bergtold ein zweites Büchlein erschienen, das sich in allgemeinverständlicher Darstellung ausschließlich mit Empfangsantennen befaßt.

Der Stoff ist in vier Hauptabschnitte gegliedert:

1. Grundsätzliche Erklärungen,
2. Berechnungen und Zahlenwerte,
3. Die Planung der Antennenanlage,
4. Der Bau der Antennenanlage.

Im ersten Abschnitt werden kurz die verschiedenen Antennenarten und Antennenformen behandelt. Es wird auf die Bedeutung einer guten Antennenanlage für alle Empfänger hingewiesen, Erdungs- und Blitzschutzfragen werden berührt. Bei der Störeinwirkung auf Antennen wird unterschieden zwischen Fern- und Nahstörungen. Unter Fernstörungen werden Störungen verstanden, die aus größerer Entfernung stammen und deshalb die Antenne in gleicher oder ähnlicher Weise be-

Digitized by Google

einflussen wie die Sendewellen, z. B. Luftstörungen oder häufig auch Störungen von elektrischen Bahnen. Nahstörungen können nur die Antennen oder die Teile von Antennen in unmittelbarer Nähe von Gebäuden beeinflussen (Störnebel).

Abschnitt 2 ist insofern besonders bemerkenswert, als hier versucht wird, Unterlagen zu geben, die es ermöglichen, die am Empfänger zur Verfügung stehende Spannung einer Antennenanlage auf einfache Weise und doch mit einer gewissen Genauigkeit vorauszuberechnen. Die Antenne wird dabei als eine Stromquelle (innere Spannung) mit im wesentlichen kapazitivem Widerstand angesehen, die in Anbetracht des hohen Empfängereingangswiderstandes ($\approx 5000\ \Omega$) in der Hauptsache durch die Kapazität der Ableitung belastet wird. Es wird demgemäß eingesetzt:

$$\text{Verfügb. Spannung (am Empfänger)} = \text{innere Spannung}: \frac{\text{Belastungskapazität}}{\text{Antennenkapazität}} + 1.$$

Innere Spannung. = Höhe d. Antennenmittelp. × Feldstärke.

Es werden Anweisungen für die Errechnung der Höhe des Antennenmittelpunktes gegeben und Zahlentafeln gebracht für die Bestimmung der Antennenkapazität und der Belastungskapazität bei den verschiedenen Antennenausführungen, auch für Zwischenschaltung von Antennenübertragern. Eine Anzahl Berechnungsbeispiele ergänzen die Ausführungen. Die notwendigen Berechnungen für kleinere oder größere Gemeinschaftsanlagen werden ebenfalls kurz behandelt. Für die Erfassung der Feldverzerrungen durch Gebäude werden Verzerrungszahlen angegeben, mit denen die errechnete innere Spannung zu vervielfältigen ist, auch für die Berücksichtigung des Einflusses von Bergen und Tälern werden Formeln gebracht.

Der 3. Abschnitt bringt Gesichtspunkte für die Planung von Antennenanlagen und Abschnitt 4 beschäftigt sich sehr ausführlich bis in kleine Einzelheiten mit dem Bau der Antennenanlage. Für die Praxis werden gerade die beiden letzten Abschnitte besonders wichtig sein. R. Moebes.

Die Lehre vom Wirtschaftsbetrieb (Allgemeine Betriebswirtschaftslehre). 3. Buch: Der Wirtschaftsbetrieb als Betrieb (Arbeit). Von Prof. Dr. W. Prion. Mit VII u. 240 S. im Format B 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geh. 11,70 RM, geb. 12,80 RM.

Wie schon angekündigt (ETZ 57 (1936) S. 375), befaßt sich das nunmehr vorliegende 3. Buch des Prionschen Werks mit dem Verlauf der Arbeit im Wirtschaftsbetrieb, dieser gesehen als Vollzug der gesamten als Wirtschaft geplanten und gewollten Tätigkeit zum Zweck, Güter für die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse bereitzustellen. Der Verfasser läßt dabei, was für unsere Leser von Bedeutung ist, die naturwissenschaftliche Technik außer Betracht, beschränkt sich also auf die kaufmännische Seite des Wirtschaftsbetriebs, doch geht die Untersuchung insoweit auf jene ein, als sich die kaufmännische Gestaltung nicht ohne die Technik erklären läßt. Da sehr mannigfache Bereiche des menschlichen Gemeinschaftslebens, die der Wirtschaftsbetrieb, wie Prion sagt, in seinen Bann zieht, zum Gegenstand der Darstellung gemacht werden, bietet sich dieser ein äußerst umfangreicher, um das Vollbringen einer Leistung gruppierter Stoff, der in vier Hauptteilen sorgsamste, immer auf Klarheit der Begriffe gerichtete Behandlung erfährt.

Im Rahmen des 1. Teils, der Grundlagen, interessieren stark die Ausführungen über die technische und kaufmännische Betriebsarbeit, die Stoffe und Kräfte (eine kurze Übersicht, die auch das Rohstoffproblem in Deutschland streift) sowie über den Standort der verschiedenen Betriebe. Der 2. Teil ist den Menschen im Betrieb gewidmet, dem Unternehmer und Betriebsführer (mit beachtlichen Worten zur Krise des ersteren in den Jahren 1929/32), den Mitarbeitern (auch der Deutschen Arbeitsfront), der wichtigen Frage des Entgelts, der betrieblichen Personalpolitik und -verfassung (hier beleuchtet Prion zugleich das Gesetz zur Ordnung der nationalen Arbeit). Als 3. Teil (die „Organisation") hat der Verfasser die Dissertation seines Mitarbeiters W. Riester aufgenommen. Mit neun charakteristischen Schaubildern, vielen Beispielen aus der Praxis und einem wertvollen Verzeichnis des einschlägigen Schrifttums ausgestattet, schildert diese z. T. sehr eingehend auf 77 Seiten Wesen und Aufgabe der Organisation (ihr Verhältnis zum Menschen), die positive und negative Auswahl sowie die Ordnung als organisatorisches Verfahren. Aufgabengliederung und -verkettung führen weiter zum Kapitel „Leitung" (deren Teilung und Befugnisse). Über die Wirtschaftlichkeit (die Verwirklichung des wirtschaftlichen Prinzips), insbesondere die Zusammenhänge zwischen den an früherer Stelle besprochenen Wirtschaftlichkeitsgebieten, den Wirkungsgrad, die Gestaltung und Gewährleistung der Wirtschaftlichkeit unterrichtet Teil 4. In ihm findet der Leser ferner eine knappe Erörterung dessen, was von der Kontrolle und ihren Mitteln, der Anwendung der Rechnung für die Überwachung der Wirtschaftlichkeit, dem Vergleich und dem Voranschlag erwartet werden darf, dessen Aufstellung Prion die „vornehmste Aufgabe des Unternehmers und Betriebsführers" nennt.

Das s. Z. hier allgemein über die beiden ersten Bücher Gesagte gilt durchaus auch für dieses dritte. Wer es, was allerdings notwendig ist, mit Sorgfalt studiert, wird dem Verfasser für seine große Mühe dankbar sein. F. Meißner.

Aus 40 Jahren Elektrowirtschaft. Selbsterlebtes, Ernst und Humor. Von Direktor H. Schmitz. Mit 208 S. im Format A 5. Paderborn 1936.

Der Verfasser hat die Entwicklungszeit der Elektrowirtschaft an führender Stelle als Fabrikant und langjähriger Direktor des Vereins privater Elektrizitätswerke Deutschlands miterlebt. Er schildert in Ernst und Humor seine vielfältigen Erfahrungen, vor allem den Kampf, den die junge vorwärtsstürmende Energieart gegen Wettbewerber, Neider, Bürokraten und laienhafte Besserwisser durchkämpfen mußte, um zu der heutigen Herrschaft zu gelangen. Es ist ja in der Technik immer so gewesen, daß sie nicht nur mit den Naturgewalten, sondern auch mit den Menschen, die für sie kein Verständnis haben, kämpfen mußte, und dieser letztere Kampf war meistens der härtere. Aber ihr Vordringen ist unabweisbar, und ihre Männer verstehen es, das einmal ins Auge gefaßte Ziel mit rücksichtsloser Tatkraft zu erreichen.

Das kleine Buch bringt die Erfahrungen eines einzelnen, die somit nur als Beitrag zur Geschichte der Elektrowirtschaft zu werten sind. Es wäre erwünscht, wenn viele andere, die diese Entwicklungsjahre noch mitgemacht haben, gleichfalls die ihrigen zusammenstellen würden. Für die verständnislose Minderbewertung der Technik und der Arbeit des Technikers, wie sie früher oft bei Behörden üblich war, würde noch mancher Beleg erhalten bleiben. Der leichte Plauderton, in dem das Buch geschrieben ist, wirkt zuerst anziehend, schließlich aber doch ermüdend dadurch, daß der Verfasser zu viel Einzelfälle behandelt und manches nur andeutet, das für eine unparteiische Beurteilung der Sachlage ausführlicher hätte geschildert werden müssen. Der Wert des Buches als Lebenserfahrung eines in der Praxis erfolgreichen Elektrikers wird aber dadurch nicht beeinflußt. Carl Weihe.

621. 367

Das Lichtbogenschweißen. Eine Einführung in die Technik des Lichtbogenschweißens. Von Dr.-Ing. E. Klosse, 2. neubearb. Aufl. (Werkstattbücher H. 43). Mit 141 Abb. u. 61 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag von Julius Springer. Berlin 1937. Preis geh. 2 RM.

Die 2. Auflage umreißt in sechs Abschnitten das Lichtbogenschweißen. Alles Wichtige ist knapp, aber verständlich gesagt, alles Nebensächliche weggelassen. Begrüßt werden die Rechnungsbeispiele, die leider bei der Kostenberechnung fehlen. Bilder aus Werbedrucken sind glücklich vermieden. Beim Schweißtransformator hätte bei der Berechnung der Anschlußgrößen die Kompensierung durch den Kondensator deutlich dessen Nützlichkeit gezeigt. Der Gleichrichter ist noch nicht behandelt. Druck, Papier und Abbildungen sind ausgezeichnet.

Das Büchlein wird jedem Fachmann und auch dem, der sich über das Gebiet unterrichten will, nützen und gefallen.

J. C. Fritz VDE.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dipl.-Ing. H. Jungfer, Berlin-Steglitz. Alsenstr. 8.
Dipl.-Ing. H. Köpke, Berlin-Mariendorf, Zastrowstr. 169a.
Dr. F. Conrad, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrichstr. 24.
Dr.-Ing. F. Bergtold, München 19, Hindenburgstr. 61.
Dr.-Ing. H. Harbich, Berlin-Nikolassee, von Luck-Str. 32.

Abschluß des Heftes: 23. Juli 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 5. August 1937** **Heft 31**

Den deutschen Elektrotechnikern zum Gruß.

Zum ersten Male seit seinem Bestehen lenkt der Verband Deutscher Elektrotechniker seine Schritte nach Ostpreußen und hat Königsberg zum Tagungsort für seine diesjährige 39. Mitgliederversammlung bestimmt. Ich begrüße diesen Entschluß aufs herzlichste und darf wohl daraus entnehmen, daß die wirtschaftliche Entwicklung, die der deutsche Osten in der jüngsten Vergangenheit insbesondere nach der Machtübernahme genommen hat, mit dafür ausschlaggebend war, das Interesse des Verbandes auch nach außen hin zu bekunden und nach Ostpreußen zu kommen.

Wir im industriearmen, bis zum Umschwung in jeder Hinsicht immer etwas stiefmütterlich behandelten Osten wissen gut, was gerade der Elektrizitätswirtschaft und der Elektrotechnik zu verdanken ist. Weite Teile unserer Provinz konnten erst durch die Stromversorgung und ihre elektrotechnische Anwendung wirklich wirtschaftlich erschlossen und in den vollen Genuß aller Fortschritte der Technik und Kultur gebracht werden. Große Aufgaben harren auf diesem Gebiet noch der endgültigen Lösung.

Aber nicht nur Ostpreußen, sondern das ganze Deutschland erwartet ja gerade von der Elektrotechnik wertvollste Unterstützung für die Durchführung der wirtschaftlichen Aufgaben der Zukunft. Wissenschaft und Technik sollen vereint die Grundlagen schaffen, die es Deutschland ermöglichen helfen, die ihm aufgezwungenen wirtschaftlichen Schwierigkeiten zu überwinden und seine wirtschaftliche Unabhängigkeit in weitem Maße zu gewinnen. Möge der Tagung gerade auch in dieser Hinsicht vollster Erfolg beschieden sein. Königsberg, die alte Hansestadt, freut sich, dem Verband Deutscher Elektrotechniker seine Gastfreundschaft zu ersprießlicher Arbeit am Wiederaufbau des Vaterlandes anbieten zu dürfen und heißt die deutschen Elektrotechniker herzlich willkommen.

Dr. Will,
Oberbürgermeister der
Stadt Königsberg/Pr.

Digitized by Google

Die Entwicklung der Elektrotechnik in der letzten Zeit.

Bericht des Verbandes Deutscher Elektrotechniker anläßlich der 39. Mitgliederversammlung in Königsberg

unter Mitarbeit von

R. Bingel / A. Bürklin / O. Clemens / F. Finck / H. Fischer / G. Flanze / A. Gehrts W. Grünefeldt / E. Hueter / W. Kaufmann / H. Klewe / M. Kloß / O. H. Knoll Fr. I. Knoops / C. Körfer / R. Küchler / E. Lübcke / G. Lucas / H. Meyer-Delius A. Palm / H. Probst / A. Rachel / H. Reckenthäler / W. Rier / K. Rißmüller / M. Schenkel R. Schimpf / P. Schlüsser / I. Sihler / W. Stäblein / H. Stock / R. Swinne / R. Tröger R. Vieweg / W. Vogel / M. Walter / sowie, für den ersten Teilbericht, der Geschäftsführung der WEI.

Die Elektroindustrie.

621. 312

Die wirtschaftliche Lage der deutschen Elektroindustrie hat sich weiter gekräftigt. Dabei waren während des abgelaufenen Jahres im wesentlichen die schon im Vorjahresbericht[1]) dargestellten Auftriebskräfte wirksam. Mehr noch als damals durch die strukturell fortschreitende Elektrizitätsanwendung und sodann durch die Vierjahresplan-Investitionen gefördert, haben so Beschäftigung und Umsatz der elektrotechnischen Fabrikationsstätten Neuland erreicht. In den letzten Monaten wurde der bislang höchste Beschäftigungsgrad (1928/29) überschritten (Abb. 1). Auch die statistisch nicht näher

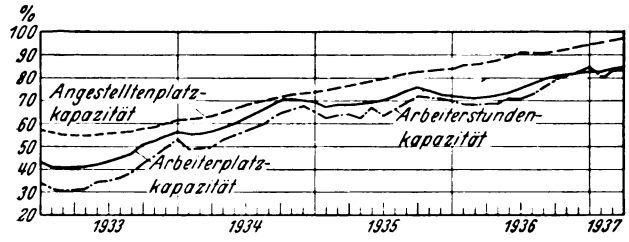


Abb. 1. Beschäftigungsentwicklung in der Elektroindustrie 1933 bis 1937.

erfaßbare Erzeugung dürfte augenblicklich über dem damaligen Umfang liegen. Allerdings nur mengenmäßig, denn der im letzten Jahrzehnt eingetretene Preisrückgang bewirkt für gleichen Erzeugungsumfang einen vergleichsweise niedrigeren Wert. Das gilt namentlich für das Auslandsgeschäft, welches im gegenwärtigen Konjunkturabschnitt zunehmende Bedeutung gewinnt. Die Ausfuhrverbesserung hat sich während der Berichtszeit verstärkt fortgesetzt, so daß in den ersten fünf Monaten 1937 fast ein Fünftel mehr an elektrotechnischen Erzeugnissen ins Ausland geliefert werden konnte als in der Vergleichszeit des Vorjahres. Die neuerliche Belebung des In- und Auslandsgeschäftes hat sämtliche Fabrikationszweige erfaßt, wenngleich nach wie vor Abstufungen vorhanden sind. Immerhin war es somit auch den in der Konjunkturbelebung zurückgebliebenen Betrieben möglich, die finanziellen Krisenschäden auszuheilen. Innerhalb der Ertragsgestaltung, die sich allgemein nochmals spürbar verbesserte, haben jedoch die Vorteile der Kostendegression vielfach ihre Grenze gefunden. Auch geboten die nationalwirtschaftlichen Aufgaben der Ausfuhrförderung und Preisstabilisierung manchen Einsatz von Betriebsmitteln, wie ferner die Rohstoffumstellungen laufende Investitionen und Betriebsrechnungen auf längere Sicht fordern. Die auf dem Werkstoffgebiet seit einigen Jahren nachdrücklich betriebenen Arbeiten haben jedoch schon zu sehr greifbaren Erfolgen geführt. Daß es sich bei vielen Werkstoffen nicht um Kinder der Not, sondern um die vorteilhafte Ausnutzung ihrer besonderen technischen Eigenschaften handelt, fand während der Berichtszeit eine angenehme Bestätigung. Stellenweise brachten die neuen Werkstoffe für die aus ihnen oder unter ihrer Verwendung hergestellten Elektroerzeugnisse sogar eine erhöhte Wettbewerbsfähigkeit am Weltmarkt. Vorübergehende Spannungen in der Versorgungslage mit Eisen oder Buntmetallen dürfen den Blick für den erfolgreichen Kern der Rohstoffumstellung nicht beeinträchtigen. Bei einer fast verdreifachten Weltstahlproduktion und Aufzehrung der Weltmarktvorräte an Rohstoffen sind fast alle hochbeschäftigten Industriestaaten der Welt in Beschaffungsschwierigkeiten geraten.

Im ganzen bietet so die deutsche Elektroindustrie das Bild einer wirtschaftlichen Festigung, die zugleich eine tragfähige Grundlage für die technisch-wissenschaftlichen Fortschrittsarbeiten bildet. Nicht zu übersehen ist dabei der aus der Gemeinschaftsarbeit rührende Beitrag. Diese findet beispielsweise in der Rohstoffumstellung — Kostenersparnis durch Aufteilung der Entwicklungsarbeiten — oder in der gegenseitigen Abstimmung bezüglich der herzustellenden Erzeugnisse — Rundfunkindustrie — greifbaren Ausdruck. Über den für die zweite Jahreshälfte zu erwartenden Anstieg hinaus bieten die großen nationalwirtschaftlichen Zukunftsaufgaben (heimische Werkstoffe, Wohnungsbau, Haushaltselektrisierung, Elektrowärme im Gewerbe u. a. m.) dem vielgestaltigen Fabrikationsfeld der Elektroindustrie reiche Möglichkeiten. Ganz abgesehen davon, daß die augenblicklich so starke Beanspruchung der industriellen Produktionsstätten bald zu einem fühlbaren Erneuerungsbedarf an elektrotechnischen Produktionsmitteln führen wird.

Hoher Beschäftigungsstand.

Dem Arbeitseinsatz der Elektroindustrie ist heute mit einem anderen Maßstab zu begegnen als während der drei letzten Jahre. Handelte es sich damals darum, durch Ausnutzung der überwiegend hohen Arbeitsintensität der Elektroindustrie möglichst viele Menschen wieder in die Erzeugung einzugliedern, so ist nun die Sorge um die Bewältigung des Auftragseinganges mit den verfügbaren

[1]) ETZ 57 (1936) S. 757.

Digitized by Google

Arbeitskräften entstanden. Die Arbeitslosigkeit elektrotechnischer Fachkräfte ist längst überwunden. Schon seit Frühjahr 1936 ist es praktisch unmöglich, Facharbeiter oder angelernte Arbeitskräfte in dem erforderlichen Umfange einzustellen. Zahlreiche Betriebe waren daher ebenso genötigt, im Ablauf des Fertigungsganges Umstellungen vorzunehmen, als sich auch der Lehrlingsausbildung und Anlernung in erweitertem Umfange anzunehmen. Vergegenwärtigt man sich, daß die Arbeiter der Elektroindustrie zu einem Drittel aus gelernten und zu einem weiteren Drittel aus Spezialarbeitern bestehen, und würdigt man gleichzeitig den hohen Anteil der geschulten und erfahrenen Arbeiterhand an der Weltgeltung der deutschen Elektroindustrie, so wird die Bedeutung des leistungsfähigen Nachwuchses und der darauf abzielenden Ausbildungsarbeit der Industrie offensichtlich. Ähnliche Verhältnisse gelten für die Elektroingenieure mit Fach- und Hochschulbildung.

Die Mehrbeschäftigung der Berichtszeit beträgt nochmals 46 000 Personen (Zahlentafel 1). Arbeiter- und An-

Zahlentafel 1. Anzahl der Beschäftigten und Ausfuhr der elektrotechnischen Industrie 1928/29 bis 1937.

Jahr	beschäftigte Personen in 1000	Ausfuhr in Mill RM
1928/1929*) . . .	332	587,4
1932	183	353,8
1933	190	248,9
1934	254	226,4
1935	287	233,2
1936	312	266,2
1. Vierteljahr 1936	293	58,7
1. Vierteljahr 1937	339	65,6

*) Durchschnitt beider Jahre.

gestelltenbeschäftigung zeigen eine ziemlich übereinstimmende Linie. Im ganzen sind nunmehr 340 000 Menschen in den elektrotechnischen Herstellungsfirmen tätig. Seit dem Tiefstand von 1932 (183 000) ist also eine Zunahme um 157 000 Personen oder 85 % eingetreten. Eine Verdoppelung der Krisenbeschäftigung kann bald erwartet werden. Legt man den empfindlicheren Maßstab des Arbeitsvolumens an — die tägliche Arbeitszeit hat sich von sechs auf acht Stunden erhöht —, so ist der Beschäftigungsgrad schon über eine Verdoppelung weit hinausgekommen. 1932 wurden nur 32 % der Arbeiterstundenkapazität ausgenutzt. Im letzten Jahr stellte sich die durchschnittliche Ausnutzung schon auf 74 % und während dieser Wochen erfolgt eine Beanspruchung zu 86 %. Rechnet man die niemals ausnutzbare technische Reservekapazität ab und gedenkt man der Zuwachsrate der Kapazität selbst, so ist die Vollbeschäftigung überwiegend. Jedenfalls ist jetzt in der Geschichte der deutschen Elektroindustrie mit 340 000 Personen der bislang höchste Beschäftigtenstand erreicht.

Binnenmarkt.

Die Geschäftsbeziehungen der Elektroindustrie sind außerordentlich mannigfach. Außer Industrie und Gewerbe, neben Haushalt und Nachrichtenwesen bilden auch Verkehr und Kraftwerksbau, Wehrmacht und Behörden wichtige Abnehmer für elektrische Maschinen und Gegenstände. Auftragseingang und Beschäftigung der Elektroindustrie sind daher ein getreues Spiegelbild für die am Binnenmarkt auftretenden Wirtschaftsbewegungen. Mit Ausnahme der dringlichen Vierjahresplanbauten haben sich im inländischen Geschäftsverkehr gegenüber dem Vorjahr keine bemerkenswerten Umschichtungen ergeben. Aber auch die Anforderungen des Vierjahresplanes verteilen sich entsprechend dem vielgestaltigen Arbeitsfeld der Elektroindustrie auf eine breite Reihe von Bedarfsschichten. Im industriellen Absatzfeld sind von Umstellungsarbeiten, Rationalisierungen, Ersatzinvestitionen und auch Neugründungen weiterhin wichtige Anregungen ausgegangen. Die Führung lag erneut bei der chemischen Industrie, der Textilindustrie und dem Maschinenbau. Hier brachten die Verbesserungen elektrischer Anlagen und Neuerstellungen zur Erzeugung von Buna, Zellwolle und Kunstseide, Benzin, Leichtmetallen und anderen Werkstoffen einen wesentlich belebten Geschäftsgang. Die erteilten Aufträge erschöpften sich jedoch keineswegs in wenigen Großanlagen. Vielmehr wurde hierdurch auch die Erzeugung von mittleren und kleinen Schalt- und Steuergeräten, Antriebsvorrichtungen, Anschluß-, Verteilungs- und Sicherungsmaterial, Kabeln, Prüfeinrichtungen, Meßinstrumenten und vielen anderen Spezialerzeugnissen emporgetragen. Zu diesem Absatzbereich ist ferner der Bergbau zu rechnen, dessen Elektrisierung weitere Fortschritte machte. Die hohen Anforderungen der vielfach neuen Herstellungsverfahren stellten der Elektrotechnik in Entwicklung und Erzeugung manche bedeutsame Aufgabe. — Elektrowerkzeuge, -öfen und -schweißung fanden eine strukturell zunehmende Verwendung. — Die erhebliche Ausdehnung der Elektrizitätsanwendung — 1936 wurde mit 40 Mrd kWh die Stromerzeugung von 1929 bereits um ein Drittel übertroffen — bedeutete sowohl für den Verkauf von Apparaten und Geräten als auch für das Zentralengeschäft eine wichtige Erscheinung. Indem schon bis Ende 1935 eine Zunahme der installierten Leistung um ein Zehntel eingetreten war und auch das vergangene Jahr Investitionen in größerem Umfange erforderlich machte, hat sich dieser lang zurückgebliebene Geschäftszweig gleichfalls gekräftigt. — Hiervon, von der Ausrüstung der Wehrmacht, der Vervollkommnung des Nachrichten- und Rundfunkwesens sowie aus der bekannt hohen Bautätigkeit konnte auch die Kabel- und Leitungsdrahtindustrie wiederum Nutzen ziehen. Nach der hier schon früh eingetretenen stürmischen Aufwärtsbewegung haben allerdings Rohstoffversorgung und Kapazitätsausnutzung gewisse Grenzen gesetzt. — Im Verkehrswesen ist zunächst die merklich wachsende Zulassung von Elektrofahrzeugen zu erwähnen, wie auch die Herstellung von Elektrozubehör für Kraftfahrzeuge erneut von der Sonderkonjunktur dieses Verkehrsmittels befruchtet wurde. Die Elektrisierung des deutschen Eisenbahnnetzes erreichte im letzten Jahr einen Anteilssatz von etwas über 4 %, wobei der neuere Zuwachs ausschließlich auf die Fernbahnen entfällt. Untersucht man die Betriebsleistungen der elektrischen Lokomotiven und Triebwagen, so entfallen bereits über 8 % der insgesamt geleisteten Nutzkilometer auf den elektrischen Betrieb. — Im Schwachstromgebiet ist gleichfalls eine durchgreifende Bedarfszunahme eingetreten, die sich nicht nur auf große Fernsprech- oder Telegrapheneinrichtungen beschränkte, sondern auch zu einem Ausbau des Fernschreibnetzes führte, die Melde- und Warnanlagen stärker zur Anwendung brachte und schließlich die Erzeugung des gesamten kleinen Schwachstrommaterials begünstigte. In manchen Zweigen dieses Arbeitsfeldes finden jetzt technische Entwicklungsarbeiten ihre geschäftliche Auswertung.

Die Entwicklung von Erzeugung und Beschäftigung in den übrigen Gruppen der Elektroindustrie war gleichfalls günstig. Abstufungen sind naturgemäß nach wie vor vorhanden, wobei die meisten Güter für den allgemeinen Verbrauch hinter den elektrotechnischen Produktionsmitteln zurückbleiben. Im Rundfunkgeschäft konnte bis jetzt gegen den Vergleichszeitraum des vorjährigen Rundfunkjahres eine Verkaufserweiterung der Industrie erreicht werden. Wachsende Kaufkraft und erhöhte Ansprüche an die akustische Leistung der Geräte haben die Nachfrage günstig beeinflußt. Das Interesse für elektrische Haushaltsgeräte hat sich in breiten Kreisen wiederum wesentlich gebessert. Die Industrie verkaufte während des vergangenen Jahres im Inland (soweit statistisch erfaßt) rd. 36 000 Kühlschränke[2]). So hat die Benutzung der mannigfachen elektrischen Haushaltsgeräte einschließlich

[2]) Siehe auch ETZ 58 (1937) H. 19, S. 517.

Digitized by Google

des stark verkauften Kühlschrankes die Elektrisierung der deutschen Wohnungen erneut auf einen höheren Stand gebracht.

Wichtige Ausfuhrsteigerung.

Der zu erwartende allmähliche Neuaufbau der deutschen Elektroausfuhr ist eingetreten. Nach der ersten zaghaften Kräftigung von 1935 (+ 3 %) stellte sich die wertmäßige Zunahme der Elektroausfuhr während des vergangenen Jahres auf über 14 %. Bei einem Ausfuhrwert von 266 Mill RM (s. a. Zahlentafel 1) wird sogar das Ergebnis von 1933 überschritten (Abb. 2). Für das laufende Jahr ist mit einem Ausfuhrumsatz in Höhe von 300 Mill RM zu rechnen. Die Belebung der Auslandsbeziehungen hat sich nämlich auch in den ersten Monaten dieses Jahres fortgesetzt. Bis Mai einschließlich betrugen die Auslandslieferungen 115 Mill RM gegen 97 in der Vergleichszeit von 1936, was eine Zunahme um fast ein Fünftel bedeutet.

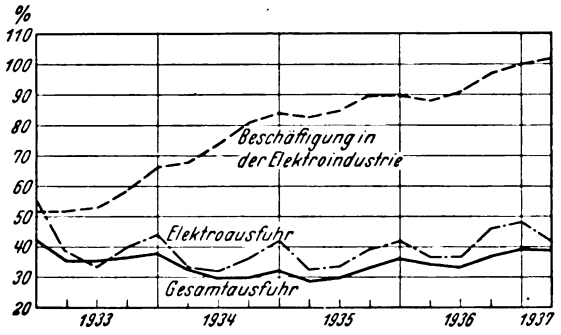


Abb. 2. Vergleich zwischen deutscher Gesamtausfuhr, Elektroausfuhr und Beschäftigung der Elektroindustrie 1933 bis 1937 (Vierteljahresdurchschnitt 1929 = 100).

Neben der sich ihrem früheren Höchststand nähernden Weltkonjunktur, der Rüstung und einer Besserung handelspolitischer Beziehungen hat auch die in der Welt auf nahezu allen Gebieten fortschreitende Elektrizitätsanwendung zu den verbesserten Ausfuhrmöglichkeiten beigetragen. So wurden auch fast alle elektrotechnischen Erzeugnisse von der Aufwärtsbewegung erfaßt, wenngleich nach Ländern und Warengruppen die bekannte Streuung aufrechterhalten blieb. In vorderster Linie stehen mit einer Ausfuhrzunahme um mehr als 20 % die Kabel und isolierten Drähte, Lüfter, Meßinstrumente, Elektromotoren und Dynamomaschinen, zahlreiche Verteilungs- und Sicherungsvorrichtungen, Schweißgeräte, Staubsauger, Elektrokarren und Elemente. Vielfach geht hierbei die Geschäftsbesserung über den vorgenannten Steigerungssatz hinaus. Es handelt sich dabei zu einem guten Teil um die Lieferung von Sondervorrichtungen nach Ländern, die zwar selbst über eine eigene Elektroindustrie verfügen, hochwertige Spezialgeräte oder Sonderkonstruktionen aber nach wie vor von deutschen Firmen beziehen. Die zweite Warengruppe mit einer Ausfuhrzunahme um mehr als ein Zehntel bilden: Lichtmaschinen, Elektrozubehör für Motorfahrzeuge und Fahrräder, Anlasser, Regler, Widerstände, kleine Elektromotoren, Rundfunkgeräte, elektromedizinische Vorrichtungen und Kohle für die Elektrotechnik. Mit Ausnahme von Glühlampen sowie den Vorrichtungen für das Fernsprech- und Telegraphenwesen und einigen anderen, anteilsmäßig unwichtigen Erzeugnissen ist in sämtlichen übrigen Herstellungszweigen eine Belebung des Auslandsgeschäftes eingetreten.

Innerhalb der regionalen Gliederung der deutschen Elektroausfuhr haben die überseeischen Wirtschaftsgebiete erneut an Bedeutung gewonnen. Auf diese entfällt heute ein Viertel der Auslandslieferungen, während sie noch im Jahre 1933 erst 19 % aufgenommen haben. Allerdings hat in neuerer Zeit auch die europäische Kundschaft eine zunehmende Aufnahmebereitschaft gezeigt. Während sich einerseits die Marktbedeutung der westeuropäischen Länder erneut abschwächte und auch Italien wie die Schweiz geringere Aufträge erteilten, haben sich anderseits im europäischen Absatzfeld wichtige Ausgleichsmöglichkeiten geöffnet. So in Skandinavien, in den Randstaaten und vor allem in Südosteuropa. Alle Balkanländer zusammen haben in den letzten Jahren ihre Bezüge an deutschen Elektroerzeugnissen nahezu verdreifacht. In Übersee boten sich die größeren Möglichkeiten innerhalb des asiatischen Raumes. Dort haben namentlich Britisch-Indien, China, Iran sowie einige kleinere Gebiete ihre Einfuhr aus Deutschland spürbar gesteigert. In Afrika hat sich der günstige Geschäftsgang mit der Union erneut fortgesetzt. Seit 1933 ist eine Verdoppelung eingetreten. Innerhalb der südamerikanischen Staatengruppe blieb das durchwegs freundliche Geschäftsbild erhalten. Bei einigen Ländern, die schon in den Vorjahren ansehnliche Umsatzsteigerungen aufzuweisen hatten, sind Verlangsamungen eingetreten. Argentinien dagegen, bislang zurückgeblieben, hat sich nunmehr gleichfalls der Aufwärtsbewegung angeschlossen. Daß sowohl Großbritannien als auch alle Gebiete seines Empire nicht unerheblich mehr elektrotechnische Waren aus Deutschland bezogen haben, ist ein offensichtlicher Beweis für die erstarkte Wettbewerbsfähigkeit deutscher Elektrofirmen.

Bei Anhalten der weltwirtschaftlichen Auftriebskräfte und infolge der betriebswirtschaftlichen Kräftigung am Binnenmarkt ist eine erneut verbesserte Stellung Deutschlands am Weltelektromarkt zu erwarten, nachdem sich bereits im vergangenen Jahr der deutsche Weltmarktanteil von 26 auf über 27 % erhöhte. Zudem haben sich gerade in den letzten Monaten Möglichkeiten einer Preisaufbesserung ergeben.

Die Elektrizitätswirtschaft.

621. 311. 1. 003

Das Jahr 1936 ist für die deutsche Elektrizitätswirtschaft gekennzeichnet einerseits durch die anhaltende starke Zunahme der Erzeugung und des Verbrauchs sowie die hierdurch ausgelöste erhebliche Belebung der Bautätigkeit, anderseits dadurch, daß sich in diesem Jahre das Ende 1935 erlassene Energiewirtschaftsgesetz voll auswirkte.

Erzeugung und Verbrauch.

In Ergänzung des vorhergehenden Jahresberichtes[1]) seien als Grundlage die wichtigsten Zahlen der vollständigen Statistik für das Jahr 1935 angegeben[2]). Die Erzeugung aller der öffentlichen Versorgung dienenden Werke betrug 21,115 Mrd kWh, was bei einer Leistungsfähigkeit von 8,432 Mill kW einer Ausnutzungsdauer von 2500 h entspricht. Die Zunahme der Erzeugung (24 %) wirkte sich wegen der geringen Steigerung der Leistungsfähigkeit (6 %) zum größten Teil in dem Anwachsen der Ausnutzungsdauer (17 %) aus. Die Wasserkraftwerke erzeugten 22,0 %, die Dampfkraftwerke 77,7 % (30,8 % Steinkohle, 46,6 % Braunkohle) der Gesamterzeugung. Von der gesamten nutzbaren Stromabgabe (18,51 Mrd kWh) entfielen 73 % auf Großabnehmer, die gegenüber 1934 rd. 32 % gewonnen hatten, und weitere 14 % auf städtische Kleinverbraucher.

An Hand dieser Zahlen kann ein Überblick über die Entwicklung des Jahres 1936 mit Hilfe der von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung geführten Monatsstatistik[3]) gewonnen werden, die für 1935 rd. 85 % der

[1]) ETZ 57 (1936) S. 760.
[2]) Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 812.
[3]) Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 45.

Digitized by Google

gesamten oben erwähnten Erzeugung und Leistungsfähigkeit erfaßte. Die Erzeugung in den an der Erhebung beteiligten Kraftwerken belief sich im Jahre 1936 auf 20,378 Mrd kWh und übertraf den Vorjahreswert (17,924 Mrd kWh) um rd. 13,7 %. Die Steigerung lag wie im vergangenen Jahre in Wärmekraftwerken, deren Anteil 16,727 Mrd kWh (82,1 %) betrug, unter dem Durchschnitt (13,2 %). Dementsprechend war der Zugang bei den Wasserkraftwerken, in denen 3,651 Mrd kWh erzeugt wurden, höher (15,9 %). Ihr mittlerer Anteil an der Gesamterzeugung weist mit 17,9 % eine kleine Steigerung gegenüber dem letzten Jahr auf.

Hieraus kann der Schluß gezogen werden, daß die vollständige Statistik für 1936 eine Gesamterzeugung von etwa 24 Mrd kWh ausweisen und den höchsten Vorkrisenstand (1929) um rd. 30 % überschreiten dürfte. Da die Leistungsfähigkeit der erfaßten Werke — Ende 1936: 7431 MW — im Vergleich zur Erzeugung nur weniger (3,4 %) zugenommen hat, ist die Ausnutzungsdauer recht erheblich (um 10 %) auf

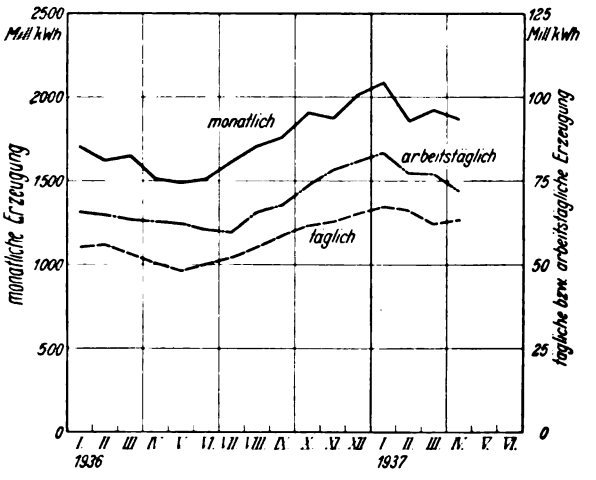


Abb. 1. Entwicklung der Stromerzeugung von 72 Unternehmungen nach Erhebungen der WEV.

2740 Std. gestiegen. Nach den Ergebnissen des vorigen Jahres kann angenommen werden, daß auch die vollständige Statistik den gleichen Wert ermitteln wird, so daß also auch hinsichtlich der Ausnutzungsdauer die besten Vorkrisenwerte beträchtlich überschritten sind. Der Umfang der Neubauten — der wegen der Abgänge noch etwas größer war als der Zugang der Leistungsfähigkeit mit 245 MW — hat sich gegenüber dem Vorjahr erheblich erweitert, wobei zu bedenken ist, daß das Schwergewicht der Bautätigkeit in den Netzen gelegen hat.

Die in Abb. 1 gezeigten Werte der monatlichen, täglichen und arbeitstäglichen Erzeugung laufen mit den vom Statistischen Reichsamt für 122 Werke ermittelten fast vollkommen parallel. Hierdurch ist die Folgerung berechtigt, daß die Erzeugung in Eigenanlagen, die sich unter den erfaßten Werken befinden, sich etwa im gleichen Ausmaß entwickelt hat. Nimmt man an, daß die Erzeugung in öffentlichen und in Eigenanlagen sich auch 1936 verhalten hat wie 57 : 43, so kann man die gesamte Erzeugung in diesem Jahre auf etwa 42 Mrd kWh schätzen. Bemerkenswert ist ferner, daß die Entwicklung stärker als im Vorjahr in erster Linie gegen das Ende des Jahres ansteigend war, wie die Linien der täglichen und arbeitstäglichen Erzeugung in Abb. 1 erkennen lassen.

In dem Bild sind die Werte der Monatsstatistik für die ersten vier Monate des laufenden Jahres eingezeichnet, aus denen hervorgeht, daß die Aufwärtsbewegung angehalten hat. Insgesamt wurden in der ersten Hälfte des Jahres 1937 rd. 20 % mehr als im gleichen Zeitraum 1936 erzeugt.

Die neuesten vom Statistischen Reichsamt ermittelten Zahlen über den Außenverkehr des Deutschen Reiches mit elektrischer Energie liegen für das Jahr 1935 vor. Nach ihnen betrug die

	Einfuhr	Ausfuhr
im Jahre 1934 . .	788,6 Mill kWh	86,1 Mill kWh
im Jahre 1935 . .	1 099,7 Mill kWh	96,6 Mill kWh.

Sowohl die Einfuhr als auch ihr Überschuß über die Ausfuhr haben zugenommen. Die größten Anteile des Bezuges entfallen auf die Schweiz (690 Mill kWh), die auch fast 90 % des Zuwachses geliefert hat, und auf Österreich (370 Mill kWh); sie sind also billiger Wasserkraftstrom und stammen von Unternehmen mit z. T. erheblicher deutscher Kapitalbeteiligung. In diesen Zahlen ist die Erzeugung der Grenzwasserkraftwerke nicht eingeschlossen, aus denen 567,4 Mill kWh gewonnen wurden. Auch im Jahre 1936 dürfte sich der Einfuhrüberschuß erhalten haben.

Über die Entwicklung des Verbrauches der einzelnen Abnehmergruppen im Jahre 1936 liegen abschließende Ergebnisse noch nicht vor. Nach zuverlässigen Schätzungen kann angenommen werden, daß auch in diesem Jahre die industriellen Großverbraucher den stärksten Zugang hatten, allerdings wohl nicht in gleichem Maß wie 1935. Nach wie vor wird die Ausweitung des Absatzes maßgebend von der Elektrowärme beeinflußt. Wurden 1935 von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen etwa 3,8 Mrd kWh zu Wärmezwecken an die Industrie geliefert, so ist 1936 mit einer Steigerung um 1,5 Mrd kWh zu rechnen. Auch bei den Haushaltsgeräten hat sich die Anschlußbewegung bei einzelnen Unternehmen zwar unterschiedlich, im Durchschnitt aber in erfreulichem Umfang fortgesetzt. Die Zahl der angeschlossenen elektrischen Haushaltsherde erhöhte sich im Jahre 1936 um rd. 138 000 oder 37,5 % auf insgesamt etwa 508 000. Die Sättigung an Heißwasserspeichern erreichte nach Teilerhebungen z. B. bei 6,46 Mill angeschlossenen Haushaltungen rd. 1 % und wies einen Zugang um 21 % auf. Noch stärker war der Neuanschluß an Haushaltkühlschränken, deren Zahl sich nach Ermittlungen bei den Herstellerfirmen um nahezu 60 % erhöhte. Bemerkenswert ist, daß die großen Überlandwerke verhältnismäßig höhere Zugänge als die großstädtischen Versorgungsunternehmen hatten.

Wesentliche Voraussetzungen für die Ausweitung des Verbrauchs haben die Elektrizitätsversorgungsunternehmen durch die weitere Einführung verbrauchsfördernder Grundpreis- und Regelverbrauchstarife geschaffen, die auch im Jahre 1936 gute Fortschritte gemacht hat[4]). So standen z. B. bei 86 % von rd. 11,16 Mill untersuchten Haushaltungen Grundpreis- oder Regelverbrauchstarife zur Verfügung, die in 65 % aller Fälle auf die Zimmerzahl als Bezugsgröße abgestellt waren. Diese Tarife sind in den letzten Jahren in steigendem Maß so ausgestaltet worden, daß sie niedrige Preise für den Mehrverbrauch haben. Von den erwähnten Haushaltungen hatten z. B. 98,2 % einen Arbeitspreis von 10 Rpf/kWh und darunter für Herde und 75 % einen Arbeitspreis von 6 Rpf/kWh und darunter für Heißwasserspeicher. Auch für gewerbliche Kleinkraft- und Lichtabnehmer setzt sich der Grundpreistarif durch, wobei als Bezugsgröße für den Bereitstellungspreis überwiegend der Anschlußwert bzw. Zahl und Größe der gewerblich genutzten Räume (für Licht) verwendet werden.

Durch die Ausnutzung der bei diesen Tarifen gebotenen Möglichkeiten und durch die mit den Umstellungen der Tarifformen häufig verbundenen Herabsetzungen sind die Durchschnittserlöse je kWh weiter gesunken. Wenn auch vollständige Angaben über das Ausmaß nicht vorliegen, so kann doch aus Einzelerhebungen ein guter Anhalt gewonnen werden. Für Unternehmen der Ortsversorgung

[4]) Vgl. Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 817.

Digitized by Google

wurde z. B. 1930 ein Kleinabnehmer-Durchschnittspreis von rd. 29 Rpf/kWh festgestellt[5]), während 1936 bei 42 großstädtischen Unternehmen noch rd. 25 Rpf/kWh erreicht wurden[6]). Für Überlandwerke ergab sich 1930 ein Wert von rd. 28 Rpf/kWh[5]), denen 1936 bei 17 Unternehmen mit je mehr als 100 Mill kWh Jahresabgabe etwa 22 Rpf/kWh gegenüberstanden[7]). In guter Übereinstimmung hiermit zeigte eine andere Untersuchung[8]) bei 46 Aktiengesellschaften mit einer gesamten nutzbaren Abgabe von 3,81 Mrd kWh im Jahre 1935 einen Rückgang der Durchschnittserlöse gegenüber 1933 um rd. 15 %. Es ist anzunehmen, daß sich diese Entwicklung fortsetzen wird.

Änderungen im Aufbau.

Strukturelle Änderungen von allgemeiner Bedeutung haben im abgelaufenen Jahr bei den größeren Unternehmen nicht stattgefunden. Zu erwähnen ist die Übernahme der Niederrheinische Braunkohlenwerke AG. und der Niederrheinische Licht- und Kraftwerke AG., an denen bisher die Deutsche Continental-Gas-Gesellschaft maßgebend beteiligt war, und der Saarkraftwerke G. m. b. H. durch die Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG. sowie der Übergang der Gesfürel-Beteiligung an der Elektricitätswerk Südwest AG. an die Stadt Berlin. In einer Reihe von Fällen wurde von der Möglichkeit der erleichterten Umwandlung von Kapitalgesellschaften Gebrauch gemacht mit dem Ziel der Vereinfachung der Organisation und der Vereinheitlichung der Betriebsführung. So wurde z. B. das Vermögen der Kraftwerk Homburg AG. übernommen von der Pfalzwerke AG. — die übrigens mit der Vereinigte Saar-Elektrizitäts AG. eine Interessengemeinschaft eingegangen ist — das Vermögen der Elektrizitätswerk Bad Homburg v. d. H. AG. wurde auf die Frankfurter Lokalbahn AG. übertragen, dasjenige der AG. für deutsche Energiewirtschaft ging an die Allgemeine Gas- und Elektrizitäts-Gesellschaft Bremen über, die den Namen AG. für Energiewirtschaft annahm usw.

Auch im Jahre 1936 sind in erheblichem Umfang kleine und kleinste selbständige Verteilungs- und Wiederverkaufunternehmen in größere Werke eingegliedert worden. Diese Entwicklung ist insofern zu begrüßen, als sie in den meisten Fällen dazu beiträgt, die Versorgung sicherer und billiger zu gestalten, d. h. den oft unbefriedigenden und unzureichenden Zustand der Anlagen zu verbessern und vorteilhafte, verbrauchsfördernde Tarife einzuführen. Bereits vorliegende Geschäftsabschlüsse für das Jahr 1936 zeigen, daß für Überholungen und Umbauten solcher Anlagen und für Neuanschlüsse bisher unversorgter Ortschaften beträchtliche Mittel aufgewandt wurden.

[5]) Einzelschriften zur Statistik des Deutschen Reichs, Nr. 31; auch Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 305.
[6]) Vgl. Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 191.
[7]) Vgl. Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 194.
[8]) Vgl. Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 633.

Im allgemeinen deuten vorläufige Mitteilungen über das Geschäftsjahr 1936 darauf hin, daß sich die Gesundung der Bilanzen und die Besserung der Ergebnisse fortgesetzt hat, wenn auch die Steigerung der Einnahmen bei weitem nicht mit der Zunahme des Absatzes Schritt gehalten hat. Der Aufrechterhaltung einer gesunden finanziellen Lage kommt im Hinblick auf die noch zu lösenden wichtigen Aufgaben, die einen großen Kapitalbedarf erfordern werden, besondere Bedeutung zu.

Organisation.

Konnte der Aufbau der Organisation der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung schon gegen Ende des Jahres 1935 als in allen wesentlichen Punkten abgeschlossen angesehen werden, so hatte sie 1936 die Erfassung aller auf ihrem Wirtschaftsgebiet tätigen Unternehmen weiter zu betreiben. Die Zahl ihrer Mitglieder erhöhte sich bis zum Jahresende auf rd. 9800 Unternehmen mit einer nutzbaren Jahresabgabe von mehr als je 5000 kWh. Aufschlußreich für die derzeitige Struktur der deutschen öffentlichen Elektrizitätswirtschaft ist die Tatsache, daß etwas mehr als 60 % dieser Unternehmen eine Abgabe von weniger als 25 000 kWh im Jahr hatten, während nur 8,7 % von ihnen die Grenze von 0,5 Mill kWh überschritten und 3 % eine Abgabe von 5 Mill kWh oder mehr erreichten. In diesen Zahlen liegt ein großer Teil der Schwierigkeit, aber auch der Bedeutung einer einheitlichen zentralen Lenkung, wie sie das Energiewirtschaftsgesetz geschaffen hat.

Dieses Gesetz hat sich im abgelaufenen Jahre zum erstenmal voll ausgewirkt. Die Erfahrung dieser kurzen Zeit zeigt bereits klar, daß sich die in ihm niedergelegten Grundgedanken bewähren und den besten Weg zur möglichst sicheren und billigen Elektrizitätsversorgung gewiesen haben. Wichtige Einzelfragen von grundsätzlicher Bedeutung wurden aus der praktischen Handhabung heraus geklärt. Bemerkenswert ist die Ausdehnung der Auskunfts-, Mitteilungs- und Anzeigepflicht auf Eigenanlagen, die eine Leistungsfähigkeit von insgesamt mehr als 1000 kW besitzen oder durch eine Erweiterung erreichen, durch die eine Handhabe geschaffen wurde, um auch hinsichtlich der Errichtung von Eigenanlagen die übergeordneten Interessen in der gleichen Weise wahrzunehmen, die sich bei den Elektrizitätsversorgungsunternehmen so erfolgreich erwiesen hat. So konnte der Reichsbankpräsident Dr. Schacht gelegentlich der letzten Jahrestagung der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung darauf hinweisen, daß innerhalb des ersten Jahres etwa 550 Bauvorhaben bearbeitet und durch Verhandlung mit den Beteiligten erledigt werden konnten, ohne daß Untersagungen ausgesprochen werden mußten. Alle Anzeichen sprechen dafür, daß unter der Wirksamkeit des Energiewirtschaftsgesetzes die Elektrizitätswirtschaft auch künftig den begonnenen wirtschaftlichen Aufschwung fortsetzen und auf allen Gebieten ihre Aufgabe, die zuverlässige und billige Versorgung ihrer Abnehmer, immer vollständiger erfüllen wird.

Kraftwerksbau.

621. 311

Die im Bericht des Vorjahres festgestellte Belebung des Kraftwerksbaues hat sich im vergangenen Jahr verstärkt fortgesetzt; sie hat sich vor allem auf dem Gebiet des Dampfkraftwerksbaues ausgewirkt, hat inzwischen aber auch das Gebiet der Wasserkraftanlagen erfaßt. Die geplanten und durchgeführten Bauvorhaben dienen vor allem der Deckung des Industriestrombedarfes, der durch den Ausbau der heimischen Rohstofferzeugung in starkem Anstieg begriffen ist. Daneben haben auch die öffentlichen Elektrizitätswerke infolge der weiteren Steigerung des Stromverbrauches um etwa 14 % gegenüber dem Vorjahr eine verstärkte Bautätigkeit entwickelt.

Dampfkraftwerke.

Im Berichtsjahr sind nach einer fünfjährigen Unterbrechung der Neubautätigkeit erstmalig wieder zwei neue Großkraftwerke für die öffentliche Stromversorgung mit einer Leistung von je 100 000 kW in Bau genommen. Bei mehreren Elektrizitätswerken wurden Erweiterungen der vorhandenen Kraftwerke zum Teil unter Verwendung von Hochdruck-Vorschaltanlagen durchgeführt. Diese Möglichkeit zum Ausbau vorhandener Anlagen wurde auch von der Industrie weitgehend ausgenutzt. In Erfüllung des Vierjahresplanes wurden neben einer großen Anzahl kleiner und mittlerer Kraftwerke für Industriebetriebe

Digitized by Google

einige Großkraftwerksbauten geplant und auch in Angriff genommen, die vor allem durch die Lieferung großer Heizdampfmengen an die Verbraucher und die Ausnutzung dieser Dampfmengen zur Erzeugung großer Leistungen im wirtschaftlichen Gegendruckbetrieb bemerkenswert sind.

Die Anwendung hoher Drücke und Temperaturen im Kraftwerksbau[1]), über die im Vorjahr berichtet wurde, hat weitere große Fortschritte gemacht. Bei den Hochdruckkraftwerken stehen, soweit nicht vorhandene Anlagen Einfluß auf die Planung hatten, nebeneinander Werke mit Drücken von etwa 50 bis 100 atü bei Frischdampftemperaturen bis zu 500 ° ohne Zwischenüberhitzung und solche mit Drücken über 100 atü mit Zwischenüberhitzung und gegebenenfalls niedrigeren Frischdampftemperaturen. Eine einheitliche Richtung ist in der Frage der Planung noch nicht zu erkennen, insbesondere da die Entscheidung häufig von den Betriebsanforderungen und der Wahl der Kessel und Turbinen beeinflußt wird. Bei Kondensationsbetrieb können je nach den Auslegungsverhältnissen bei hohen Frischdampfdrücken und Temperaturen gegenüber Mitteldruckanlagen thermische Gewinne von 4,5 bis 8 % erzielt werden. Bei Kraftwerken mit größerer Heizdampflieferung sind Betriebsdrücke von über 100 atü vielfach zweckmäßig und wirtschaftlich. Im Berichtsjahr sind Arbeiten zur Festlegung von Normen[2]) für die Grundgrößen der Dampftechnik aufgenommen worden, von denen Erleichterungen und auf die Dauer auch Ersparnisse bei der Planung und beim Bau von Dampfkraftwerken zu erwarten sind.

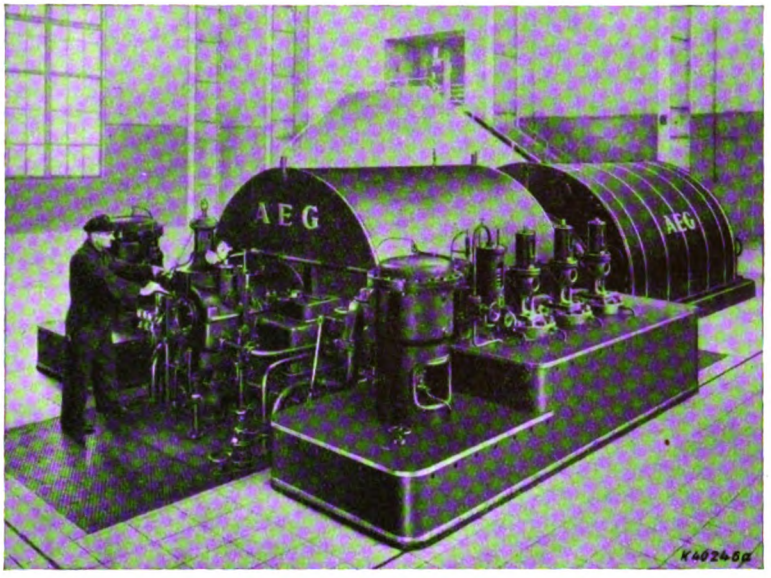


Abb. 1. Höchstdruck-Gegendruck-Turbosatz, 14 600 kW, 3000 U/min für 100 atü, 500° als Vorschalt-Turbosatz in einem Industriekraftwerk.

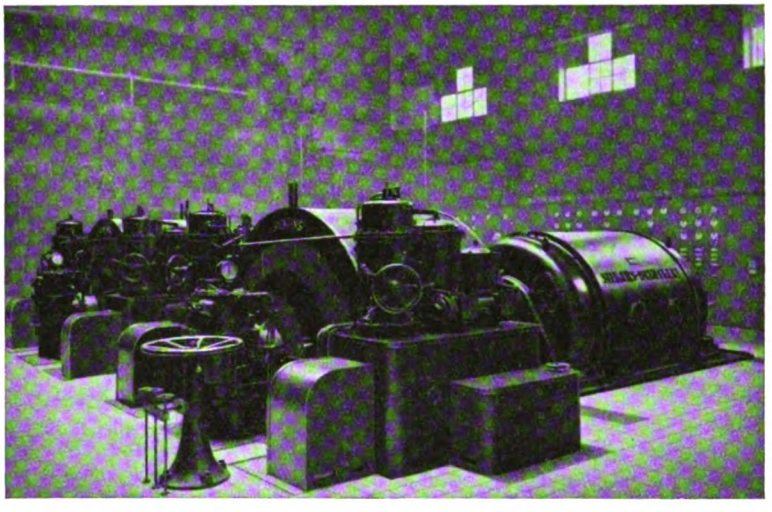


Abb. 2. Zwei Höchstdruck-Gegendruck-Turbosätze je 11 000 kW, 3000 U/min für 110 atü, 480° als Vorschalt-Turbosätze in einem öffentlichen Elektrizitätswerk.

Der Aufbau der Kraftwerke hat dadurch an Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit gewonnen, daß allgemein weniger Kessel, vielfach nur ein oder zwei Einheiten, jeder Turbine zugeordnet werden. Die Frage, ob die Entwicklung zur Einkessel-Einturbinen-Bauart führen wird, ist noch offen.

Auf dem Gebiet der Dampferzeuger haben neben den für Hochdruckbetrieb weiter entwickelten Steilrohr- und Schrägrohrkesseln die mit Zwangsumlauf und Zwangsdurchlauf arbeitenden Sonderkessel an Bedeutung gewonnen. In der Verfeuerung, Lagerung und Förderung von Schwelkoks und anderen vorbehandelten Kohlenarten, die bei der Gewinnung mineralischer Öle anfallen, wurden bei den inzwischen in Betrieb gekommenen Werken neue wertvolle Erkenntnisse gewonnen. Die Verfeuerung dieser Brennstoffe kann an sich als gelöst betrachtet werden. Die Kohlenstaubfeuerung[3]) ist weiter entwickelt und vor allem bei Großkesseln als Mühlenfeuerung vielfach eingebaut worden. Zur Entstaubung der Rauchgase von Kohlenstaubfeuerungen finden Elektrofilter immer mehr Verbreitung.

Die Aufbereitung des Speisewassers für Hochdruckanlagen muß sehr weitgehenden Anforderungen genügen, damit Schwierigkeiten im Kesselbetrieb und Versalzen der Turbinen vermieden werden. Da die Speisung mit Kondensat oder Destillat nach den vorliegenden Erfahrungen die günstigsten Vorbedingungen für den Hochdruckbetrieb schafft, hat der Verlust von großen Kondensatmengen die Einschaltung von Dampfumformern zunehmende Verbreitung gefunden.

Der Dampfturbinenbau hat die Bauformen der axialen, radialen und Gegenlaufturbinen den höheren Frischdampfdrücken und -temperaturen angepaßt und sich dabei die großen Fortschritte der Werkstofftechnik auf dem Gebiete der warmfesten Stähle nutzbar gemacht. Für neu zu errichtende Kraftwerke wurden erstmalig Hochdruck-Kondensationsturbinen bestellt, die das vergrößerte Gesamtgefälle in einer Maschine verarbeiten, und zwar mit Zwischenüberhitzung zwei Einheiten je 50 000 kW für 110 atü und ohne Zwischenüberhitzung vier Einheiten je 35 000 kW für 60 atü in zwei- und eingehäusiger Axialbauart, sowie zwei Einheiten je 25 000 kW für 50 atü mit radialem Hochdruckzylinder. Ferner wurden eine große Anzahl Vorschaltturbinen (Abb. 1 und 2) und auch einige Hochdruck-Gegendruckturbinen zur Abgabe

[1]) Wärme 59 (1936) S. 695; Z. VDI 80 (1936) S. 1016; ETZ 58 (1937) S. 595; Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 109; Z. VDI 80 (1936) S. 1027.
[2]) Z. VDI 80 (1936) S. 276; Arch. Wärmew. 17 (1936) S. 65.
[3]) Z. VDI 80 (1936) S. 497, 1237.

Digitized by Google

von Heizdampf mit Leistungen bis zu 30 000 kW in Bau und Betrieb genommen. Bei mittleren und kleinen Anlagen ermöglicht die Getriebeturbine die Ausnutzung der Vorteile des Hochdruckbetriebes. Für Kondensationsanlagen mit mittleren Drücken wurden zahlreiche durch ihre Bauleistung bemerkenswerte eingehäusige Axialmaschinen und Ljungström-Turbosätze bestellt und ausgeführt.

Die Entwicklung der Dampftechnik, insbesondere die höheren Antriebsleistungen der Mühlenfeuerungen, Kesselspeisepumpen und Lüfter, haben die Leistung der Eigenbedarfsanlage erhöht, wobei auch Dampfturbinenantriebe[4]) wieder an Bedeutung gewinnen. Die neuzeitlichen Kessel stellen an die Hilfsantriebe erhöhte Anforderungen hinsichtlich Regelgeschwindigkeit und -genauigkeit. Das Streben nach gesteigerter Wirtschaftlichkeit hat für die Kesselantriebe die Verwendung verlustlos regelbarer Drehstrom-Kommutatormotoren begünstigt.

[4]) Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 292.

Wasserkraftwerke.

Im Berichtsjahr wurden mehrere große Wasserkraftwerke[5]), die der öffentlichen Stromversorgung dienen, fertiggestellt und in Betrieb genommen. Eine Reihe neuer Bauvorhaben[6]) für die öffentliche Versorgung und die Industrie wurde in Angriff genommen. Zur Verbesserung des Jahreswirkungsgrades wurden bei einer Anlage[7]) mit sehr starken Gefällschwankungen besondere Turbinen für große und kleine Fallhöhen eingebaut. Eine Niederdruckanlage wurde nach einer neuartigen Bauweise als Unterwasserkraftwerk[8]) ausgeführt. Diese Bauweise, die vorerst für kleinere Ausbauleistungen in Betracht kommt, ergibt einen verringerten Umfang des baulichen Teils und entzieht die Anlage weitgehend der Sicht. Über die Bewährung des Unterwasserkraftwerkes im Betrieb kann ein abschließendes Urteil im Hinblick auf die kurze Betriebszeit noch nicht abgegeben werden.

[5]) ETZ 57 (1936) S. 1, 699; Z. VDI 80 (1936) S. 475, 1032.
[6]) Dtsch. Wasserw. 30 (1935) S. 239; 31 (1936) S. 31; ETZ 58 (1937) S. 159.
[7]) ETZ 57 (1936) S. 1.
[8]) ETZ 57 (1936) S. 1358; Z. VDI 80 (1936) S. 1548.

Elektrische Maschinen.

621. 313

Drehstrommaschinen. — Als eine Spitzenleistung des Großmaschinenbaues ist ein für Südamerika gelieferter Wasserkraftgenerator[1]) für 50 000 kVA, 6,6 kV, 115 U/min + 100 %, 50 Hz zu bezeichnen. Die geschweißte obere Tragbrücke enthält in einem Stahlgußmittelteil ein

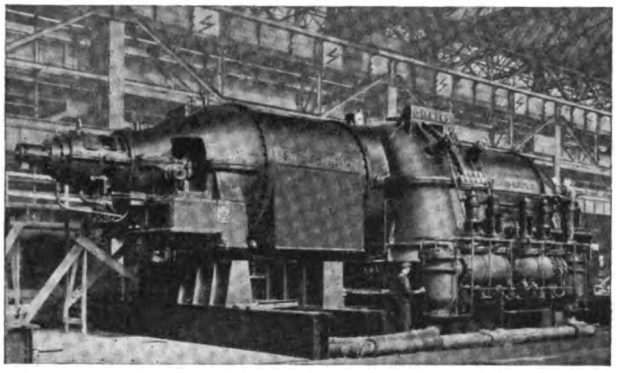


Abb. 1. Ljungström-Turbosatz 75 000 kVA, 1500 U/min, 6,6 kV.

Spurlager für 750 t Betriebsdruck. — Der im vorigen Bericht[2]) erwähnte Ljungström-Turbosatz von 75 000 kVA bei 1500 U/min, 6,6 kV (Abb. 1) ist inzwischen in Betrieb genommen worden, ebenso mehrere Sätze mit 30 000 und 32 000 kVA bei 3000 U/min.

Im Berichtsjahr sind eine Anzahl Synchronmotoren mit asynchronem Anlauf mittels Dämpferwicklung für 2300 kW, $\cos\varphi = 0{,}9$ voreilend, 125 U/min, 6 kV, $GD^2 = 430\ tm^2$ zum Antrieb von Hochdruck-Kolbenverdichtern geliefert worden. Anlaufstrom bei unmittelbarem Einschalten gleich dem 3,2fachen Nennstrom. Ferner wurden geliefert 3 Asynchronmotoren mit Kurzschlußankern für unmittelbares Einschalten für je 4100 kW, 10 kV, 50 Hz, 1440 U/min und mehrere für je 3900 kW, 6 kV, 50 Hz, 2970 U/min für den Antrieb von Kreiselverdichtern. Der Anlaufstrom bei letzteren ist gleich dem 2,0fachen Nennstrom, $\cos\varphi = 0{,}89$.

Ständergespeiste Drehstrom-Kommutatormotoren wurden für den Antrieb einer der größten Papiermaschinen geliefert. Die 12 Antriebsmotoren besitzen zusammen eine Dauerleistung von 1350 kW. Bemerkenswert ist dabei ein 16poliger Motor mit 330 kW Dauerleistung mit stufenloser Regelung von 175 bis 525 U/min. Für die niedrigen Einziehdrehzahlen bei 3- bis 3½fachem Nennmoment ist bei diesem Motor die Speisung mit Gleichstrom von einem besonderen Hilfsgenerator vorgesehen. Zur Lösung besonderer Regelprobleme ist der Kommutatorgenerator für Niederfrequenz (1 bis 15 Hz) entwickelt worden. Für die gleichzeitige Speisung von 66 Rollgangmotoren ist ein solcher Generator von 120 kVA, 110 V, 6 bis 12 Hz geliefert worden.

Gleichstrommaschinen. — Im Bau befinden sich eine Anzahl Walzwerksmotoren für 500 bis 3000 kW, die von gittergesteuerten Gleichrichtern mit Strom versorgt werden. Beachtenswert ist ferner ein Turbo-Regelmotor für 500 kW bei 4000 U/min, regelbar zwischen 1400 und 4000 U/min, Schleuderzahl 5300 U/min.

Verschiedenes. — Ein Seeschiff mit dieselelektrischem Antrieb und einem 6000 PS-Synchron-Schraubenmotor wurde im Berichtsjahr in Dienst gestellt und hat sich durchaus bewährt. Im Bau befinden sich Fahrzeug-Gleichstromgeneratoren mit einer Stunden-

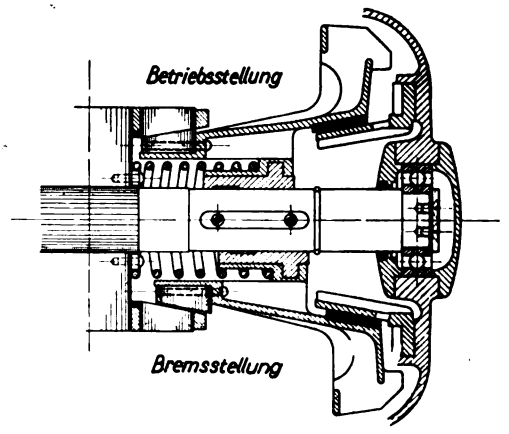


Abb. 2. Bremseinrichtung für Drehstrommotor.

leistung von 965 kW für vierteilige dieselelektrische Triebwagen. Eine Sonderbauform bildet ein Drehstrommotor mit Eigenbremsung für den Antrieb von Werkzeugmaschinen u. a. Beim Leerlauf wird eine durch eine Feder betätigte Konusbremse durch die magnetische Wirkung eines Teiles des Motorfeldes gelöst. Beim Abschalten hört diese magnetische Wirkung auf, und die Feder drückt die Konushülse auf den am Lagerschild vorhandenen Bremskonus (Abb. 2).

[1]) ETZ 58 (1937) H. 19, S. 503.
[2]) ETZ 57 (1936) S. 763.

Digitized by Google

Transformatoren.

621. 314. 2

Die Gewitterfestigkeit wurde durch Weiterentwicklung schwingungsfreier Wicklungsbauarten[1]) sowie durch Vervollkommnung der Isolationsanordnung auf Grund der Ergebnisse von Stoßprüffeldversuchen[2]) gesteigert. Die Leistungsgrenze für „Wandertransformatoren", d. h. betriebsfertig bahntransportfähige Großtransformatoren[1]) wurde auf 120 MVA bei 220 kV erhöht. Die Stufenregelung unter Last wird hierbei mit getrennten, ebenfalls voll bahntransportfähigen Regeltransformatoren in Spar- bzw. Spannungsteilerschaltung vorgenommen. Bis zu Leistungen von 60 MVA bei einer Oberspannung von 110 kV ist der Wandertransformator auch mit eingebauter Stufenregeleinrichtung lieferbar. Die Arbeiten auf dem Gebiete der Oberwellenbeseitigung und der Verbesserung der Lüftung und des Ölumlaufs ermöglichten eine Heraufsetzung der Sättigungsgrenze bzw. sonstiger Stoffbeanspruchungen und erleichterten dadurch die Zusammendrängung großer Leistungen auf beschränktem Raum und bei beschränktem Gewicht.

Zur Vermeidung der Oberwellen in der Netzspannungskurve wurden verschiedene Wege beschritten. Es wurden Kernkonstruktionen geschaffen[1])[3]), die ohne Gewicht und Abmessungen beeinflussende Sättigungsbeschränkung einen praktisch sinusförmigen Magnetisierungsstrom aufnehmen; dasselbe Ergebnis wurde durch Mischung verschiedener Schaltungsanordnungen sowie durch Anwendung von Ausgleichsdrosseln im Transformator oder im Netz erzielt[3]).

[1]) J. Biermanns, ETZ 58 (1937) H. 23, S. 622, H. 24, S. 659, H. 25, S. 687.
[2]) R. Elsner, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 368.
[3]) E. Scharstein, ETZ 58 (1937) H. 27, S. 729.

Für die Beblasung von Röhren- und Radiatorenkästen großer Transformatoren bedient man sich im steigenden Maße vieler kleiner Schraubenlüfter, die sich durch einen geringeren Gesamtenergiebedarf, höhere Sicherheit gegen Motorstörungen und geräuschlosen Lauf auszeichnen. In dem Bestreben, das Transformatorenöl wegen seiner Brennbarkeit möglichst auszuschließen, wurden die ersten Transformatoren und Wandler mit Clophen-Füllung[4]) geliefert, die eine Aufstellung selbst in bewohnten Gebäuden gestatten. Daneben werden für den gleichen Zweck bei geringeren Betriebsspannungen und Leistungen Trockentypen mit unbrennbarer und nicht qualmender Isolation angestrebt. Zum Ausgleich des Spannungsabfalls in Niederspannungsnetzen werden relaislose Sparregler herausgebracht, die keiner Wartung bedürfen[5]). Dem Luftschutzgedanken dienen verschiedene Konstruktionen sogenannter Verdunkelungstransformatoren, die eine stufenweise Verminderung der Lampenspannung bis zur unteren Leuchtgrenze gestatten. Schweißtransformatoren sind in großem Umfange wegen der bekannten Vorteile der Gleichstromschweißung mit Trockengleichrichtern versehen worden[6]). Auf dem Gebiete des Meßwandlerbaues wurde die Entwicklung ölloser Spannungswandlertypen fortgesetzt[7])[8]). Daneben entstand der Gleichstromwandler ohne bewegte Teile zur Messung von Gleichströmen bis zu 30 000 A.

[4]) Entspricht dem amerikanischen Pyranol: Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 185. ETZ 57 (1936) S. 711.
[5]) W. Krämer, VDE-Fachber. 8 (1936) S. 128.
[6]) R. Hofmann, Elektroschweißg. 7 (1936) S. 215.
[7]) M. Walter, Strom- und Spannungswandler; München: R. Oldenbourg 1937.
[8]) R. Küchler . ETZ 58 (1937) H. 8, S. 203.

Stromrichter.

621. 314. 27 +. 6

Das vergangene Jahr brachte keine grundsätzlich neuen Entwicklungsarbeiten auf dem Stromrichtergebiet, sondern diente in der Hauptsache der Verbesserung des bisher Erreichten, sowie der weiteren Einführung verschiedener Stromrichteranwendungen in den praktischen Betrieb.

Im Vordergrund des Interesses standen wiederum die Gleichrichter für Großelektrolysen, die im Rahmen des Vierjahresplans erstellt wurden und den Hauptanteil der Stromrichterlieferungen ausmachen. Die Leistungen der beiden größten derartigen Anlagen stiegen auf je 64 000 kW. Nach dem Beispiel anderer Elektrolysen wurde dabei die Betriebspannung auf 800 V gesteigert und damit infolge des höheren Wirkungsgrades und der besseren Leistungsausnutzung des Gleichrichtergefäßes die Wirtschaftlichkeit verbessert. Bei einer höchsten Gefäßstromstärke von 6000 A beträgt die Einheitsleistung rd. 5000 kW. Die Entwicklung dieser großen Gefäße ist damit noch nicht abgeschlossen, da bei den heute benötigten Stromstärken von 30 000 bis 40 000 A je Bad, die in Zukunft noch eine Steigerung erwarten lassen, eine Verringerung der Zahl der parallelarbeitenden Gefäße (6 bis 8) wünschenswert ist.

Die im Bericht des Vorjahres[1]) erwähnten Hochspannungs-Gleichrichteranlagen mit je 6 Gleichrichtern für 12 kV und 9 kV zur Speisung von Kurzwellensendern sind zur Eröffnung der Olympischen Spiele in Berlin in Betrieb gekommen und haben in jeder Hinsicht befriedigt. Obwohl für Sendeanlagen schon Einheiten bis 1500 kW bei 20 000 V Gleichspannung ausgeführt werden, ist damit die Leistungsgrenze der Hochspannungsgefäße noch nicht erreicht. In steigendem Maße wurden für Sendezwecke Glühkathodengefäße verwendet und bis 15 000 V und 40 A geliefert, mit denen durchweg gute Erfahrungen gemacht wurden. Kleine Hochspannungsröhren für 7000 V, ½ und 2½ A fanden vielfach Verwendung.

Bei Stromstärken unter 1000 A hat der Wettbewerb zwischen Eisen- und Glasgleichrichtern wieder lebhaft eingesetzt; durch bauliche Verbesserungen und Vereinfachungen ist es gelungen, billigere Eisengefäße für diese Stromstärken herzustellen. Sie arbeiten mit Luftkühlung und werden nach Bedarf wie Glas-Stromrichtgefäße mit den zugehörigen Schalteinrichtungen in Schränke eingebaut. Infolge ihrer niedrigen Lichtbogenspannung erscheinen sie auch für Niederspannungsanlagen vorteilhaft verwendbar. Vereinzelt sind Eisengefäße dieser Art für Stromstärken von 200 bis 400 A pumpenlos ausgeführt und versuchsweise in Betrieb genommen worden[2]).

Die mit Glühkathodenröhren tatsächlich erreichte Lebensdauer überschreitet durchweg erheblich die gewährleistete Stundenzahl. Glühkathodengefäße werden außer für die bereits erwähnten Hochspannungszwecke vornehmlich zu Steuer- und Regelaufgaben benutzt, für die sie wegen vorzüglicher Steuerbarkeit und der meist einanodigen Bauweise besonders gut geeignet sind. So haben sie beispielsweise als Steuerröhren des Umrichters für die Wiesentalbahn wesentlich zum Erfolg dieser

[1]) ETZ 57 (1936) S. 764.
[2]) W. Dällenbach u. E. Gerecke, ETZ 57 (1936) S. 937.

Digitized by Google

Stromrichteranlage beigetragen. Auch zur Steuerung von Lichtreklameanlagen werden sie in großer Zahl verwendet; die Stromkreise der Reklamebeleuchtung werden dabei durch gittergesteuerte Glühkathodenröhren in der über Photozellen geregelten Steuerfolge geschaltet.

Der überwiegende Teil aller Stromrichteranlagen wird mit Gittersteuerung zur Spannungsregelung und zum Kurzschlußschutz ausgerüstet. Sie dient vorwiegend zur Feinregelung der Spannung und zum Anfahren. Bei größerem Regelbereich ist die mit der Gittersteuerung verbundene Verschlechterung des Leistungsfaktors zu beachten[3]). Um diesen zu verbessern, sind besondere Schaltungen mit Transformatoranzapfungen gebräuchlich, die je nach den Betriebsverhältnissen durch Zusatzanoden oder Lastschalter gesteuert werden. Hierbei genügt eine Anzapfung in groben Stufen; die Gittersteuerung bewirkt dann die stetige Regelung der Spannung zwischen diesen Stufen. Außer diesem Verfahren wurden in großem Maße Kondensatoren zur Leistungsfaktorverbesserung von Stromrichteranlagen verwendet, so z. B. in einer Elektrolyseanlage eine Batterie für 18 000 kVA bei 5 kV Betriebsspannung.

Die Apparate für die Gittersteuerung[4]) sind weiter vereinfacht und in gewissem Sinne auch vereinheitlicht worden. Insbesondere haben sich die rein elektrischen Steuereinrichtungen mit spitzer Steuerwechselspannung (elektrische Stoßsteuerung) durchgesetzt. Sie unterliegen im Gegensatz zu den umlaufenden Zündverteilern keiner Abnutzung und bedürfen infolgedessen keiner besonderen Wartung. Ihre Einfachheit ermöglicht es, die schwierigsten Aufgaben selbsttätiger Regelung zu lösen: in Elektrolyseanlagen wird die Sollstromstärke auf ± 1 % genau gehalten; dabei wird meist der Summendrehregler betätigt, der alle parallel arbeitenden Gleichrichtergruppen zusammenfaßt; jede Gruppe kann außerdem einzeln durch einen eigenen Drehregler zur Erzielung einer gewünschten Lastverteilung beeinflußt werden. Außergewöhnliche Anforderungen an die Regelgenauigkeit wurden vereinzelt in bezug auf die Drehzahlregelung von Motoren gestellt; sie waren mit Hilfe der Gittersteuerung in einfacher Weise zu erfüllen.

Die Speisung von Gleichstrommotoren durch gittergesteuerte Stromrichter[5]) ist vielfach angewendet worden, und zwar sowohl für Walzwerksantrieb als auch für große Lüfter. Soweit bei diesen Antrieben Nutzbremsung zum schnelleren Stillsetzen der Motoren in Frage kommt, genügt es, ein Stromrichtgefäß zu verwenden und dieses beim Bremsen auf Wechselrichterbetrieb umzuschalten. Für Reversierwalzwerke und ähnliche Antriebe dagegen, die einen augenblicklichen Übergang von Motor- in Bremsbetrieb erfordern, werden zwei Gefäße in der sogenannten Achterschaltung (Gleich-Wechselrichter, Umkehrstromrichter) benötigt. Bei einer derartigen Bestellung war die Aufgabe zu lösen, den vom Umkehrstromrichter gespeisten Gleichstrommotor mit einer dampfangetriebenen Walzenstraße im Gleichlauf zu regeln.

Die im vorigen Berichtsjahr erwähnten Gleichrichterlokomotiven der Höllentalbahn für Anschluß an 20 kV-EinphasenWechselstrom, 50 Hz, sind im fahrplanmäßigen Betrieb eingesetzt worden[6]). Die Fahrterschütterungen haben die Arbeitsweise der Gefäße nicht nachteilig beeinflußt. Die Maßnahmen zur Leistungsfaktorverbesserung der mit Gittersteuerung ausgerüsteten Lokomotive haben sich bewährt und die beabsichtigte Wirkung ergeben. Die anfänglichen Rundfunkstörungen konnten durch Einbau von Hochfrequenzdrosseln im 50 Perioden-Kreis beseitigt werden. Fernsprechstörungen wurden nicht beobachtet.

Der 4000 kVA-Umrichter für die Wiesentalbahn wurde Ende v. J. nach Ablauf des vertragsmäßigen Probebetriebes abgenommen und versieht seit dieser Zeit allein den Fahrbetrieb der gesamten Bahnstrecke. Nach den bisherigen Erfahrungen sind sowohl in betriebstechnischer wie wirtschaftlicher Hinsicht die Erwartungen erfüllt worden. Hervorzuheben ist die Unempfindlichkeit gegenüber Kurzschlüssen im Bahnnetz (Abschalten durch Gittersteuerung), die bei der unvermeidlichen Kurzschlußhäufigkeit im Bahnbetrieb besonders wichtig ist, und die schnelle Wiedereinschaltung des Umrichters durch stetiges Heraufregeln der Spannung mit Hilfe der Gittersteuerung. Wie bei anderen Anlagen erwiesen sich auch hier die Geräuschlosigkeit und die rein stationäre Betriebsweise als beachtenswerter Vorzug gegenüber dem bisherigen Betrieb mit Umformern. Nachteilige Rückwirkungen auf das speisende Drehstromnetz sind nicht aufgetreten. Die anfangs beobachteten Schwachstromstörungen wurden während des Probebetriebes in gemeinsamer Arbeit mit den zuständigen Reichsstellen beseitigt. Die zweite von der Reichsbahn als Stützpunkt für die Stromversorgung des süddeutschen Bahnnetzes in Pforzheim erstellte Umrichteranlage von 4300 kVA wurde in Versuchsbetrieb genommen. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen; sie haben jedoch die Brauchbarkeit und die Vorteile dieses Systems erwiesen, das zwei 100 kV-Netze von 50 bzw. 16⅔ Hz elastisch und ohne Rückwirkung miteinander kuppelt. Die Reichsbahn bestellte im Jahre 1936 ferner für die Strecke Nürnberg—Halle eine dritte Umrichteranlage für 5350 kVA, $\cos\varphi = 0{,}7$, mit Steuerumrichter, die im Frühjahr 1939 mit der Eröffnung dieser Bahnstrecke in Betrieb gehen soll.

Nach den jetzt vorliegenden jahrelangen Erfahrungen mit gittergesteuerten Stromrichtern für die verschiedensten Verwendungszwecke kann erfreulicherweise festgestellt werden, daß mit den zur Einschränkung oder Unterdrückung der Rückwirkungen[7]) angewandten Mitteln gute Erfolge erzielt worden sind und daher die Besorgnisse dieser Art an Bedeutung verloren haben.

Auf das speisende Starkstromnetz sind Rückwirkungen im allgemeinen nur dann zu befürchten, wenn der Anteil der Stromrichterleistung an der Gesamtleistung des speisenden Netzes groß ist, wie z. B. bei großen Elektrolyseanlagen. In diesem Fall ist es möglich, von vornherein Gegenmaßnahmen zu treffen, indem man die Phasenzahl der gesamten Anlage genügend hoch wählt. Meist bestehen solche Anlagen aus mehreren Gruppen; um die gewünschte hohe Phasenzahl zu erreichen, genügt es dann häufig, die Phasenlage der einzelnen Gruppen gegeneinander zu verdrehen. Auf diese Weise lassen sich mit sechsphasigen Einheiten 12- und 18phasige Gesamtschaltungen ausführen, die unter normalen Verhältnisen genügen. In einem Sonderfalle wurde sogar nach diesem Verfahren mit zwölfphasigen Gruppen die Oberwelligkeit einer 36 Phasen-Schaltung erreicht. Einzelfälle lassen es auch als aussichtsvoll erscheinen, störende Oberwellen durch Verstimmung der Netze oder durch Siebkreise zu beseitigen. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, daß die Mittel auf Grund der tatsächlichen Betriebserfahrungen bestimmt und die Kosten für Aufwendungen auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt werden können.

Die Rundfunkstörungen hochfrequenter Art waren eine neue Erscheinung der Gittersteuerung, die bei den ungesteuerten Gleichrichtern nur selten beobachtet wurden. Es ist aber bei allen Anlagen durch einfache Maßnahmen gelungen, diese Störungen zu beseitigen, wie bereits im Falle der Gleichrichterlokomotive erwähnt wurde.

[3]) H. Schulze, ETZ 57 (1936) S. 1037.
[4]) H. Anschütz, ETZ 58 (1937) S. 669. — A. Glaser, ETZ 57 (1936) S. 399.
[5]) H. Zehnder, ETZ 58 (1937) S. 715. — W. Leukert, ETZ 58 (1937) S. 527.
[6]) O. Michel, ETZ 57 (1936) S. 1073.
[7]) Vgl. a. H. Jungmichl, ETZ 58 (1937) S. 417.

Digitized by Google

Schaltanlagen und Schalteinrichtungen.

621. 316. 26

In Auswirkung des Vierjahresplanes entstand im vergangenen Berichtsjahre auch auf dem Schaltanlagengebiet eine große Zahl bemerkenswerter Neubauten und Erweiterungen für Zwecke der öffentlichen Versorgung und vor allem für die Industrie. Den Schaltanlagen bauenden Firmen kamen hierbei besonders die in den letzten Jahren geleisteten Entwicklungsarbeiten in Richtung Vereinheitlichung und Vereinfachung der verschiedenen Bauweisen zugute. Die aus den früheren vielstöckigen Anordnungen entwickelten 1½- bis 2stöckigen Bauweisen ähnlich Abb. 1 und 3 können heute als deutsche Einheitsbauformen angesprochen werden[1]). Die Innehaltung der erforderlichen kurzfristigen Liefertermine wurde durch die Schaffung derartiger Grundformen wesentlich erleichtert.

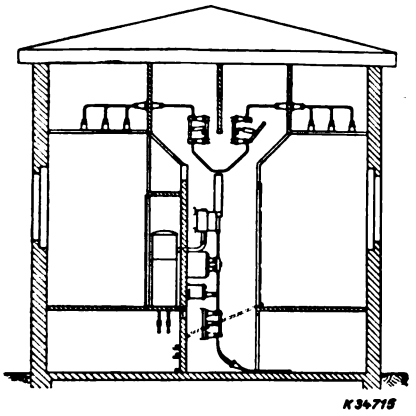


Abb. 1. 1½stöckige Innenschaltanlage.

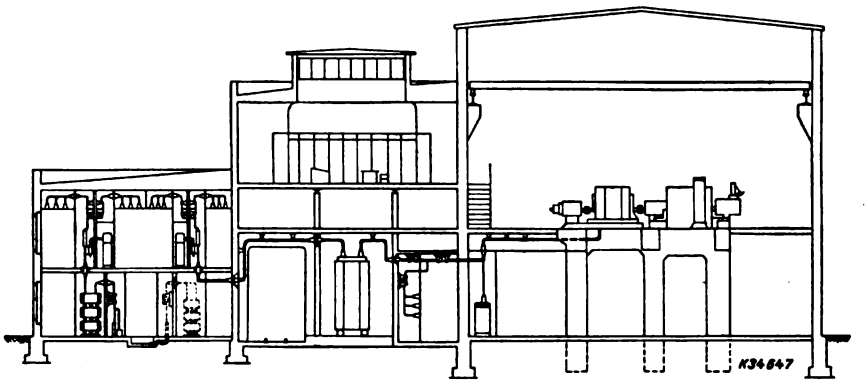


Abb. 2. Kraftwerk mit blank verlegten Leitungen.

Das Hauptaugenmerk der Konstrukteure galt im vergangenen Jahre in erster Linie der vermehrten Verwendung einheimischer Baustoffe. Hier steht die Verwendung von Aluminium statt Kupfer als Leitungsbaustoff im Vordergrund. Wenn auch anfänglich Bedenken bezüglich dieser Umstellung bestanden, so haben doch diejenigen Fachleute recht behalten, die darauf hingewiesen haben, daß sich Aluminium als Stromleiter in Schaltanlagen nicht schlechter bewähren wird als Kupfer, wenn man nur die diesem Werkstoff innewohnenden Eigenschaften entsprechend beachtet. Eine genaue Überwachung ausgeführter Anlagen zeigte, daß die angewandten Verfahren für die Verbindungsstellen und Geräteanschlüsse auch bei dauernden Beanspruchungen zu keinen Schwierigkeiten führen.

Eine weitere, oft nicht ganz einfache Aufgabe für den Schaltanlagenkonstrukteur und Kraftwerksbauer war, durch zweckmäßige Raumanordnung zu ermöglichen, daß Kabelverbindungen innerhalb von Anlagenteilen möglichst vermieden und durch blanke Schienenverbindungen ersetzt werden können. Hierdurch werden nicht nur die doch wertvolle Rohstoffe enthalten-

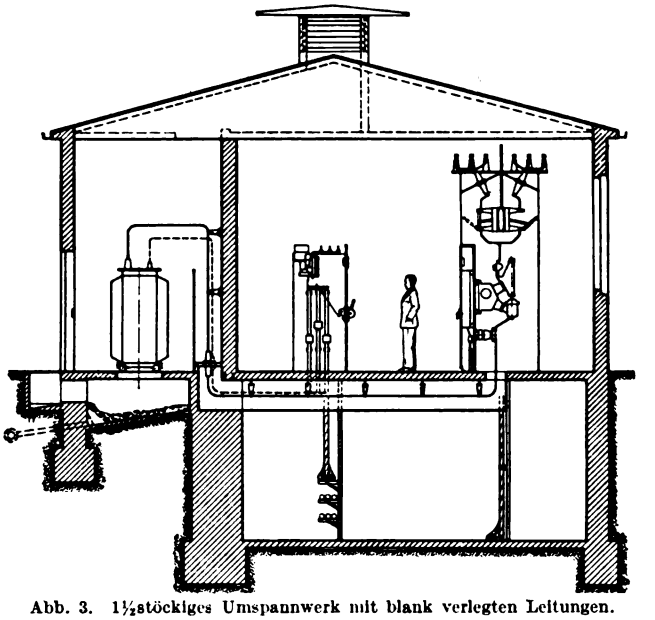


Abb. 3. 1½stöckiges Umspannwerk mit blank verlegten Leitungen.

den Kabel für die Zwecke der Stromverteilung außerhalb der Schaltanlage frei, sondern es werden auch, vom betriebstechnischen Standpunkt aus gesehen, die Anlagen sogar noch sicherer. Abb. 2 und 3 zeigen, wie in einem Kraftwerk und in einem Umspannwerk durch zweckmäßige Anordnung sowohl ober- als auch unterspannungsseitig innerhalb der Anlage blanke Verbindungen gewählt werden konnten. Eine andere bemerkenswerte Lösung für Leitungen hoher Strombelastung, die u. U. eine recht beträchtliche Kabelersparnis bringen kann, zeigt Abb. 4. Man sieht, wie in einem Industriebetrieb eine Stromleitung für 30 000 A Gleichstrom von der Schaltanlage blank über den etwa 25 m breiten Hof nach dem Fabrikbetrieb geführt wird. Eine Verlegung im

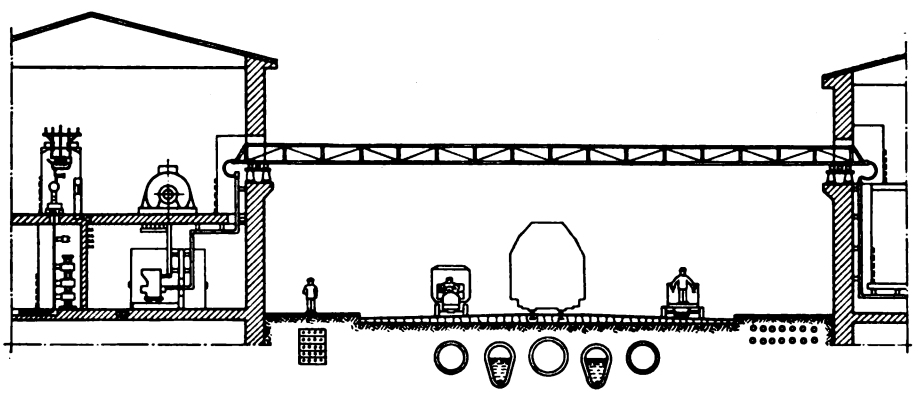


Abb. 4. Blanke Leitung für 30 000 A in Form eines Gitterträgers.

[1]) ETZ 57 (1936) S. 227, 943 u. 1205.

Digitized by Google

unterirdischen Kanal war wegen zu dichter Besetzung der Straße mit Rohrleitungen und dergleichen nicht möglich. Die Verlegung auf einer Leitungstragbrücke über die Straße würde außer einem beträchtlichen Eisenaufwand eine große Anzahl von Tragisolatoren erforderlich machen. Die skizzierte Durchbildung des Stromleiters als selbsttragender Brückenträger ist ein typisches Beispiel für Stoffersparnis durch zweckmäßige Bauart.

Der im Zeichen des Verbundbetriebes erfolgte Zusammenschluß vieler Werke führte sehr häufig zu Schaltanlagen mit sehr hoher Kurzschlußbeanspruchung. In ähnlicher Weise wie seinerzeit beim Anwachsen des Strombedarfes nach dem Kriege mußten Mittel und Wege gefunden werden, um die Kurzschlußauswirkungen zu beherrschen. Unterteilung der Betriebe in getrennt arbeitende Kraftwerksgruppen, Einbau von Kurzschluß-Begrenzungsspulen in Sammelschienen und Abzweige und der Übergang von niedrigen Maschinenspannungen auf höhere oder auch die vermehrte Anwendung von Dreiwicklungstransformatoren, bei denen zwei Wicklungen mit gleicher Spannung arbeiten, sind einige der bewährten angewandten Maßnahmen[2]). In Verbindung damit kann man bei den zur Zeit üblichen normalen Bauweisen Stoßkurzschlußströme von 100 bis 120 kA gerade noch als zulässig betrachten. Blanke Leitungen für Stromstärken über 4000 bis 5000 A Drehstrom werden heute mit Vorteil aus den sog. U-Profilschienen hergestellt. Hierdurch kann bei gleichzeitiger Erhöhung der mechanischen Festigkeit an Leiterwerkstoff gespart werden. Derartige Leiter besitzen nämlich bezüglich Abkühlung und Stromverdrängung wesentlich günstigere Verhältnisse als die bisher üblichen Leitungen aus mehreren parallelen Flachprofilen. Abb. 5 zeigt ein derartiges Profil in einer ausgeführten Anlage.

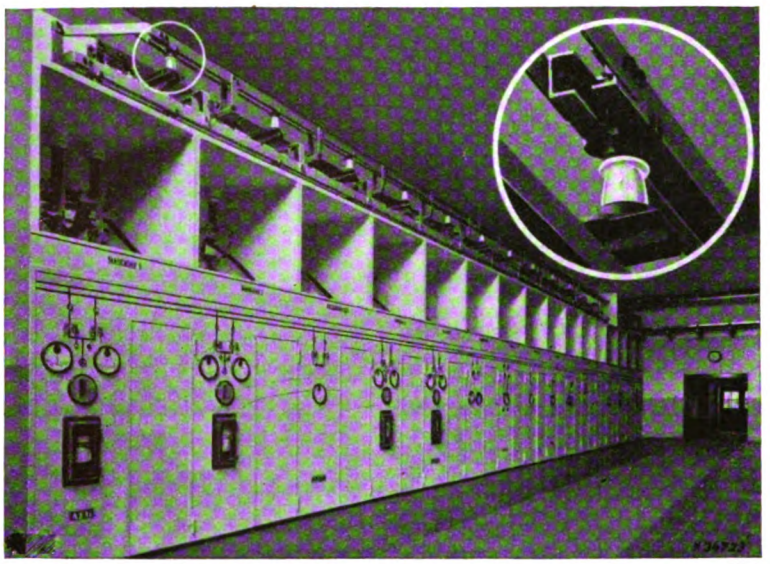


Abb. 5. U-Profilschinen in einer Schaltanlage.

In Freiluftanlagen hat man bisher die Relais für die Schutzeinrichtungen in Schaltwarten in der Nähe der Freiluftanlagen untergebracht. Die Schaffung geeigneter Freiluftschränke ermöglicht die Anordnung der Relais in der Nähe der zugehörigen Wandler, und es lassen sich in vielen Fällen beträchtliche Mengen an Relaiskabeln einsparen. Die Anwendung von Zwischenwandlern[3]) und adernsparenden Schaltungen stellen weitere Einsparmöglichkeiten von Werkstoffen dar. Die Schaffung besonders raumsparender Endverschlüsse für Meß- und Leitungskabel, vor allem die letzteren als Endverschlüsse ohne oder mit nur wenig Vergußmasse, ergaben nicht nur Rohstoffersparnisse, sondern sie tragen ebenfalls zur Verwirklichung einfacherer Bauformen bei. Die heute nahezu selbstverständliche Verwendung ölloser bzw. ölarmer Schaltgeräte bedeutet besonders bei den Hochvoltanlagen den Wegfall ganz beachtlicher Ölmengen sowie Ersparnisse an anderen Konstruktionsbaustoffen.

[2]) S. a. ETZ 58 (1937) H. 21, S. 551.

[3]) S. a. ETZ 58 (1937) H. 14, S. 388.

Schaltgeräte.

621. 316. 5

Die öllosen Schalter haben sich im großen und ganzen in Deutschland durchgesetzt. Die günstigen Erfahrungen mit den seit Jahren im Betrieb befindlichen Schaltern führen nun auch in steigendem Maße zu größeren Auslandsaufträgen gegen den scharfen Wettbewerb der ausländischen Erzeugnisse, welche die Vorteile der Unbrennbarkeit und Verqualmungssicherheit nicht aufzuweisen haben. Die öllosen Schalter sind somit ein wichtiger Ausfuhrartikel.

Einen guten Überblick über die jüngste Entwicklung auf dem Schaltergebiet gab wiederum die Leipziger Messe[1]). Bei den Druckgasschaltern wurden einige neue Bauarten entwickelt, von denen insbesondere die kompressorlosen Typen für 15 und 100 MVA und für Spannungen bis zu 10 kV zu erwähnen sind. Das zur Löschung erforderliche Gas wird hierbei unabhängig von fremder Druckluft aus einem Isolierstoff durch den Lichtbogen gebildet. Auch für 100 kV wurde eine neue Bauart eines Hochleistungsschalters in der Form eines Trennschalters durchgebildet.

Bei den Expansionsschaltern hat sich die Säulenbauform für alle Leistungen und Spannungen als zweckmäßig erwiesen, da sie gute Stoffausnutzung und Verwendung im wesentlichen heimischer Baustoffe mit einer leichten Konstruktion und kleinen Abmessungen in sich vereinigt. Daher wurde diese Bauform dem neuen Einheitsschalter zugrunde gelegt, welcher den zahlenmäßig größten Teil des Bedarfes für Betriebsspannungen von 3 bis 20 kV und Leistungen von 100 und 200 MVA deckt[2]). Eine möglichst vielseitige Leitungsführung ist durch die besondere Ausbildung des Isolators, der die Expansionskammer trägt, gewährleistet. Der in jedem Schalter eingebaute Federantrieb kann entweder von Hand oder mit Hilfe eines Druckluftantriebes aufgezogen werden. — Für Bahnstrom von 16⅔ Hz wurde erstmalig eine synchrone Steuerung des Ausschaltkommandos mit gutem Erfolg angewendet, wodurch die Abschaltleistung des betreffenden Expansionsschalters um ein Mehrfaches gesteigert werden konnte.

Die ölarmen Schalter, die sich für höhere Spannungen in Freiluftausführung schon länger an Stelle der alten Ölschalter mit großem Ölvolumen eingeführt hatten, wurden jetzt auch für kleinere Spannungen für Innenraumanlagen ausgebildet. Ferner werden Leistungstrenn-

[1]) ETZ 58 (1937) H. 15, S. 396.

[2]) ETZ 58 (1937) H. 8, S. 195.

Digitized by Google

schalter in verschiedenen Bauarten immer häufiger verwendet, hauptsächlich in Verbindung mit Hochleistungssicherungen[3]), wobei die HH-Sicherungen den Kurzschluß übernehmen, während die Leistungstrennschalter für die Lastschaltungen bestimmt sind.

Im Ausland blieb man im allgemeinen bei den Ölschaltern. Eine wichtige Neuerung auf diesem Gebiete stellen die 287 kV-Leistungsschalter für die Kraftübertragung vom Boulderdamm-Kraftwerk dar, welche den Kurzschlußstrom in 6 HW. einschließlich Lichtbogendauer unterbrechen[4]). Dies wird erreicht durch Vielfachunterbrechung bei kleinem Hub und mit besonderen schnellwirkenden Löscheinrichtungen (Deion-Grid bzw. Ölströmung), und zwar liegen Bauarten sowohl für große Ölkessel als auch für ölarme Ausführungen vor.

[3]) ETZ 58 (1937) H. 14, S. 369.

[4]) ETZ 57 (1936) S. 1352.

Relais.

621. 318. 5

Wenn auch nur unauffällige Dinge die Entwicklung der Relaistechnik im verflossenen Jahre kennzeichnen, so ist sie doch intensiv gewesen. Die technischen Anforderungen an die Distanzrelais sind im Laufe der Jahre stark gestiegen. Daraufhin wurden sie in verschiedener Weise vervollkommnet. Es wurden z. B. die Auslösezeiten verkürzt, die Erfassung kleiner Impedanzwerte möglich gemacht, gemischte und stufenförmige Kennlinien eingeführt, der Einfluß des Lichtbogenwiderstandes auf die Relaislaufzeiten vermindert, die Pendelsperre geschaffen und schließlich die Ein- und Zweirelaisschaltung (Sparschaltung) angewandt[1]). Von den vielen möglichen Sparschaltungen haben sich einige in den Vordergrund geschoben, die sich einerseits durch Einfachheit und anderseits durch vielfache Anwendungsmöglichkeit auszeichnen. Dabei wurde nicht nur die innere Schaltung vereinheitlicht, sondern u. a. auch auf die verschiedenen Anschlußmöglichkeiten geachtet derart, daß der Anschluß an zwei oder drei Strom- und Spannungswandler keinerlei Änderung des Relaissatzes erfordert[2]).

Bei schwierigeren Aufgaben werden die Relaisschaltungen fast in jedem einzelnen Falle den Verhältnissen individuell angepaßt. Die Rücksicht auf die vorhandenen Einrichtungen oder die besonderen Anforderungen, die beim Zusammenschluß von Netzen mit ihren verschiedenartigen Schutzsystemen entstehen, verlangen jeweils verschiedene Gestaltung[3]). Die Beweglichkeit der Kontaktsteuerung erleichtert die Lösung der Aufgaben[4]). Infolgedessen ist die Auflösung der komplizierteren Relais zu Kombinationen von Einzelrelais, die durch Kontakte elektrisch gekuppelt sind, weitergegangen.

Die Pendelsperren, die in stabilitätsempfindlichen Netzen das Fehlarbeiten der nicht pendelsicheren Distanzrelais verhindern sollen, haben die erwartete Wirkung gehabt und sich bewährt. Sie haben in mehreren Fällen Auslösungen so lange verhindert, bis sich die außertrittgefallenen Maschinen wieder gefangen hatten[5]).

Vergleichsschutzsysteme. Zu erwähnen ist beim Richtungsvergleichsschutz, bei dem man ebenfalls auf die Einrelaisschaltung überging, daß die Anregung wesentlich verbessert wurde. Erreicht nämlich der Kurzschlußstrom gerade nur den Ansprechwert der Anregerelais, so kann es vorkommen, daß nur an einem Leitungsende eine Anregung erfolgt, die einen einseitig gespeisten Fehler auf der geschützten Leitung vortäuscht und zu einer Fehlauslösung führt. Durch die neue Schaltung wird beim Ansprechen des ersten Anregerelais das gegenüberliegende zwangsläufig empfindlicher eingestellt, so daß die Anregung auch dort zuverlässig erreicht wird[6]).

Beim Hochfrequenzschutz sowie bei allen anderen Vergleichsschutzsystemen (Differentialschutz, Achterschutz, Polygonschutz) ist ein deutlicher Gewinn an Abschaltegeschwindigkeit zu verzeichnen. Bemerkenswert ist aber, daß man in Deutschland die Geschwindigkeit maßvoll hinaufsetzt und mehr Wert auf unbedingte Zuverlässigkeit als nur auf gelegentlich ausnutzbare Rekordgeschwindigkeiten legt[7]).

Richtungsrelais, Zeitrelais[8]), Überstromrelais und die entsprechenden Auslöser zeigen keine wichtigen Neuerungen. Einzelne Firmen haben durch Neukonstruktion von Relais deren Eigenschaften verbessert. Abb. 1 zeigt ein Zeitrelais für große Schalthäufigkeit (etwa 50 Schaltungen je Minute), das die gewünschte Verzögerung nicht durch ein Hemmwerk, sondern durch einen Schwingungskreis erzielen läßt. Die Verzögerung ist einstellbar von 0,1 bis 6 s.

Auffälliger ist das Erscheinen neuer Ausführungsformen von Hilfsrelais. Wie es scheint, haben die Firmen ihrer Verbesserung besondere Aufmerksamkeit

Abb. 1. Zeitrelais für große Schalthäufigkeit.

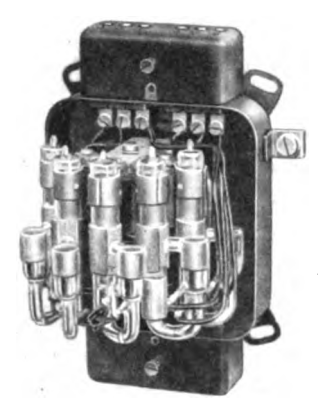


Abb. 2. Steuerrelais mit Quecksilberkontakten.

gewidmet. Schon von der Selektivschutztechnik allein aus gesehen ist dies berechtigt, denn das Hilfsrelais ist innerhalb des Schutzsystems nicht nur Hilfsglied, sondern unentbehrlicher Hauptteil geworden[4]). Der Quecksilberkontakt verschwindet aus der Selektivschutztechnik immer mehr; seine beträchtliche Eigenzeit, die zudem stark streut, beschränkt seine Anwendung auf wenige wichtige Aufgaben. In der Steuertechnik, wo diese Eigenschaften nicht stören, wird er gern verwendet. Für deren Aufgaben ist er infolge seiner hohen Schaltleistung besonders geeignet. Abb. 2 zeigt ein neues Relais mit Quecksilberkontakten; durch Kreisgruppierung von Tauchkontaktröhren um den Magneten ist geringer Eigenverbrauch im Erregerkreis bei großer Kontaktzahl und hoher Schaltleistung erreicht.

Besonders die großen Stromversorgungsunternehmen haben der Prüfung und Überwachung ihrer umfangreichen Relaisanlagen frühzeitig ihr Augenmerk zugewandt und schöne Erfolge erzielt, indem sie nicht nur ihre Anlagen in gutem Stande gehalten haben, sondern manche Fehlerquellen aufdecken, Unzulänglichkeiten aufklären und Verbesserungen vorschlagen konnten[9]). Für

[1]) Walter, Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 415.
[2]) Neugebauer, Siemens-Z. 16 (1936) S. 272.
[3]) Boening, VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 35.
[4]) Schimpf, ETZ 57 (1936) S. 645.
[5]) Schleicher, Moderne Selektivschutztechnik; S. 56, 104 u. 297. Berlin: J. Springer 1936.
[6]) Thewalt, Siemens-Z. 16 (1936) S. 278.
[7]) Borberg, ETZ 58 (1937) H. 9, S. 237. — Geise, Siemens-Z. 57 (1936) S. 283. — Neugebauer, ETZ 55 (1934) S. 181.
[8]) Johannsen, AEG-Mitt. (1937) S. 94. — Parschalk, BBC-Nachr. (1936) S. 131.
[9]) Schmolz, VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 35.

Digitized by Google

die kleineren Werke bestanden hier Schwierigkeiten, die einerseits durch die Knappheit an ausgebildeten Facharbeitern und anderseits durch das Fehlen geeigneter Prüfeinrichtungen begründet waren. Diese sind seit einigen Jahren vorhanden, haben sich eingeführt und werden in zunehmendem Maße benutzt. Die Einfachheit ihrer Bedienung und die Unmöglichkeit, Schalter ungewollt auszulösen, sind ihre Vorzüge[10]).

Beim Maschinenschutz haben sich die Grundprinzipien nur wenig geändert. Getroffene Verbesserungen beziehen sich daher hauptsächlich auf konstruktive Lösungen und geeignete Zusammenfassung von Relais in Kombinationen[11]). Wo die Erdschlüsse mit wattmetrischen Relais erfaßt werden müssen, führt man neuerdings dem Spannungsrähmchen eine konstante Fremdspannung zu, deren Höhe von der Lage des Fehlers im Generator unabhängig, also auch bei Fehlern in nächster Nähe des Sternpunktes, unveränderlich ist. Damit wird auch erreicht, daß bei Generatoren mit sehr großem Nennstrom ein noch kleinerer Fehlerstrom genügt, um das empfindliche Relais sicher zu betätigen.

Auch das Buchholz-Relais, das sehr wichtige Schutzgerät für Transformatoren, hat man nach eingehenden Versuchen verbessert und neu durchkonstruiert. Die Ansprechwerte des Relais sind genauer geworden sowie vom Zähigkeitsgrad des Öls und also auch von der Belastung des geschützten Transformators unabhängig[12]). Buchholz-Relais stehen jetzt auch in schlagwettergeschützter Ausführung zur Verfügung.

[10]) Rimmark, VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 44.
[11]) Bopp, Siemens-Z. 16 (1936) S. 293.
[12]) Schmohl, VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 39. — Prinz, Siemens-Z. 16 (1936) S. 298.

Fernwirktechnik.

621. 398

Auf dem Gebiet der Fernwirkanlagen, über das im Vorjahr erstmals berichtet wurde, hat das Berichtsjahr keine wesentlichen Neuentwicklungen gebracht, sondern im wesentlichen die Anwendung und Verbreitung derartiger Anlagen gefördert[1]). Fernmeßverfahren, die mit einer Umwandlung der ursprünglichen Meßgröße in eine besser zu übertragende elektrische Hilfsgröße arbeiten, nehmen auch für nichtelektrische Messungen einen immer größeren Raum ein und werden häufig mit selbsttätigem Abgleich (Kompensationsverfahren) verwendet[2]). Der Frage der Einstellzeit bei einer Änderung des Meßwertes wurde für Fernmessungen in elektrischen Anlagen besondere Aufmerksamkeit gewidmet, so daß manche Fernmeßverfahren in bezug auf die Schnelligkeit und die einwandfreie Wiedergabe bei der Aufzeichnung des Meßwertes in vielen Fällen von einer unmittelbaren Messung nicht mehr zu unterscheiden sind.

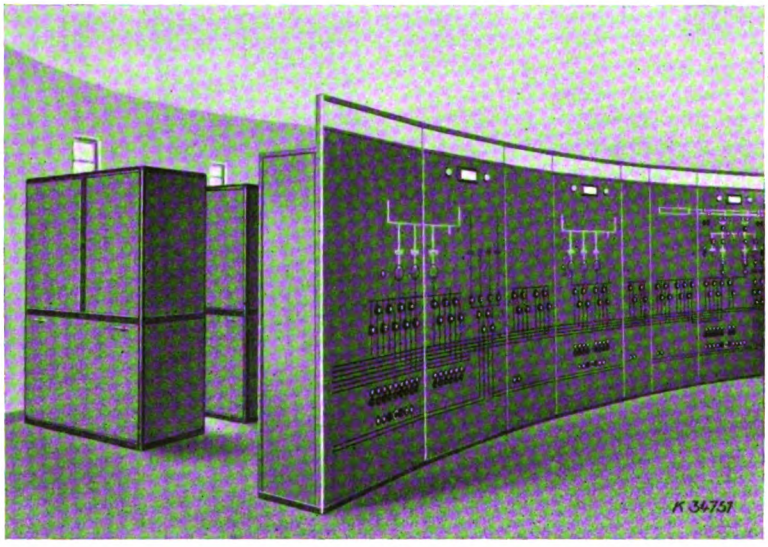


Abb. 1. Teil der Bedienungstafel und Wählerschränke einer großen ferngesteuerten Bahnanlage.

Bei der Fernsteuerung von Schaltern und der Rückmeldung ihrer Stellungen wurden die mit den Hilfsmitteln der Selbstanschluß-Fernsprechtechnik arbeitenden Wählerverfahren auch weiterhin bevorzugt und durch besondere Ausbildung allen vorkommenden Aufgaben angepaßt. Sie führen sich immer mehr auch für sehr große Anlagen und weite Entfernungen ein; so zeigt Abb. 1 einen Teil der Bedienungstafel und der Relais- und Wählerschränke für eine große elektrische Bahnanlage, bei der sämtliche an einer Bahnstrecke von 220 km Länge liegenden 26 Unterstationen und Kuppelstellen mit insgesamt rd. 500 Schaltern von einer Zentralstelle aus fernbedient und überwacht werden können.

Für die Fernsteuerung von Mehrfachtarifzählern, Straßenbeleuchtung u. dgl., sowie von Luftschutzgeräten wurde neben einem älteren Verfahren, das mit dem Starkstromnetz überlagerten tonfrequenten Steuerspannungen arbeitet[3]), noch ein weiteres Verfahren praktisch erprobt, das kurze, nur einige Perioden andauernde Spannungsabsenkungen verwendet[4]).

Die mannigfaltigen Regelaufgaben, die der Zusammenschluß von Netzen stellt, können durch elektrische Regler für Leistung und Frequenz gelöst werden, auch für die Regelung von Umformern und Umrichtern bei der Kupplung von Netzen verschiedener Frequenzen[5]).

Die Übertragungskanäle für Fernwirkanlagen, die bei größeren Entfernungen oft den Hauptteil der entstehenden Kosten in Anspruch nehmen, werden möglichst durch Kombination mit schon vorhandenen oder neu zu errichtenden Übertragungen für Telephonie oder andere Zwecke gewonnen oder durch Vereinigung mehrerer zu Mehrfachübertragungen verbilligt. Wenn eine dauernde Übertragung nicht nötig ist, kann eine absatzweise oder auf Anwahl arbeitende Mehrfachübertragung eingerichtet werden[6]). Auch die Vereinigung mit dem für lange Höchstspannungsleitungen gedachten Hochfrequenz-Selektivschutz ist möglich[7]).

[1]) Schleicher, Die Auswirkungen der Selektivschutz- und der Fernbedienungstechnik auf die Netzgestaltung, ETZ 58 (1937) H. 9, S. 235.
[2]) Geyger, Neue elektrische Übertragungs- und Zähleinrichtung für Durchflußmessung, ETZ 57 (1936) S. 838; vgl. auch ETZ 58 (1937) H. 13, S. 352, H. 17, S. 452, H. 19, S. 510. — Dallmann, Vergleich zwischen Fernmeßanlagen für Gleich- und Wechselstrom, ETZ 58 (1937) H. 16, S. 423.
[3]) Zur Megede, Fernschaltanlage Potsdam, ETZ 57 (1936) S. 1032.
[4]) Jacob-Heyl, Ein neues Fernsteuersystem (ohne Steuerleitungen) für Drehstromnetze, ETZ 57 (1936) S. 575.
[5]) Schmer u. Stäblein, Leistungsregelung bei Kupplungen von Netzen verschiedener Stromart, ETZ 57 (1936) S. 1286.
[6]) Pflier, Absatzweise Fernübertragung nach dem Impulsfrequenzverfahren, ETZ 58 (1937) H. 22, S. 608.
[7]) Borberg, Hochfrequenz-Selektivschutz, ETZ 58 (1937) H. 9, S. 237.

Digitized by Google

Leitungsbau.

621. 315. 1/2

Freileitungen.

Die jahrelangen Bemühungen, den Gefahren zu begegnen, die in Freileitungen durch die winderregten Schwingungen entstehen, haben zu einer neuen Seilkonstruktion geführt, dem schwingungsdämpfenden Stahlaluminiumseil[1]). Nachdem einige kürzere Versuchsleitungen, über die bereits früher berichtet wurde[2]), sich seit Jahren bewährt haben, wurden im Berichtsjahr mehrere größere Freileitungen mit diesem schwingungsdämpfenden Seil ausgerüstet, darunter auch solche Freileitungen, die durch stark rauhreifgefährdete Gegenden führen. Der Aufbau dieser Seile mit beweglicher Stahlseele und einem darüber als Hohlseil verseilten Aluminiummantel erforderte neuartige Klemmen und Verbinder, die so durchgebildet wurden, daß sie allen Anforderungen gerecht werden. Auch die Verlegung derartiger Seile konnte wesentlich vereinfacht werden. Die jahrelange Beobachtung schwingungsdämpfender Seile mit Meßuhren hat gezeigt, daß wir hier ein wirksames Mittel zur Beseitigung der gefährlichen Seilschwingungen besitzen.

Durchgeführte Schwingungsversuche an Versuchsstrecken[3]) zeigten, daß dickdrähtige Seile eine geringere Schwingungsfestigkeit haben als dünndrähtige und daß das schwingungstechnische Verhalten der Stahlaluminiumseile mit zunehmendem Stahlanteil günstiger wird. Eine wesentliche Verbesserung der schwingungstechnischen Eigenschaften der Seile läßt sich durch Senkung der Verlegungsspannung erreichen.

Durch die grundlegenden Untersuchungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen kann als geklärt gelten, daß die Erdseile einen erheblichen Blitzschutz der Freileitungen darstellen[4]). Die größeren Hochspannungsleitungen werden daher heute allgemein mit wenigstens einem Erdseil ausgerüstet. Bei Verwendung weit ausladender Querträger und Anordnung der Leitungen nebeneinander erscheint es ohne weiteres klar, daß die Schutzwirkung nur eines Erdseiles nicht mehr genügend ist. Man verwendet bei derartigen Leitungen vielfach zwei Erdseile, die so angeordnet werden, daß sie für die darunterliegenden Leitungen den größten Blitzschutz bieten.

Die Frage, inwieweit durch Verwendung von Stahlbetonmasten eine Ersparnis von Stahl erreicht werden kann, muß von Fall zu Fall untersucht werden. Im allgemeinen ist es jedoch so, daß sich bei Nieder- und Mittelspannungsleitungen und den üblichen Querschnitten eine gewisse Stahleinsparung erzielen läßt. Abb. 1 zeigt einen Stahlbetonmast für eine 15 kV-Leitung als Leichtmast ausgebildet, der im Küstengebiet bei verhältnismäßig ungünstigen Bodenverhältnissen zur Aufstellung gelangt ist. Das Gewicht einschl. Querträger betrug bei Tragmasten bei einer Gesamtlänge von 11,5 m etwa 0,63 t.

Daß auch mit Holzmasten bei mittleren Querschnitten und bis 50 kV Freileitungen technisch gut durchzuführen sind, wurde bereits früher erwähnt[5]). Stahlersparnisse ließen sich auch bei dem statisch günstigen Stahlgittermast erzielen, wenn man sich entschließen könnte, bei geschweißter Ausführung für die Streben T-Profile vorzusehen, jedoch mit gleichen Hauptträgheitsmomenten und größeren Abstufungen als bisher gewalzt[5]). Schwenktraversen[5])[6]), Rohrgittermaste[5]) können ebenfalls Ersparnisse an Stahl erbringen.

Die Gründungen der Maste können die Erstellungskosten einer Freileitung unter Umständen sehr stark beeinflussen. Für die Wahl der Gründung ist neben der Art und Größe der Maste in erster Linie die Bodenart maßgebend. In den letzten Jahren sind verschiedene Mastgründungen entwickelt worden, die für besondere Fälle besonders wirtschaftlich sind. Hier sind zu erwähnen: Rohrfundamente aus Schleuderbetonrohren und Pilzfundamente. Beide Arten sind besonders für Sandboden geeignet. Schließlich sei als besondere Tiefgründungsart die aus eingerammten Stahlpfählen bestehende Fundierung erwähnt, die in den letzten Jahren vielfach in sumpfigen Gebieten mit Erfolg verwendet ist[7]).

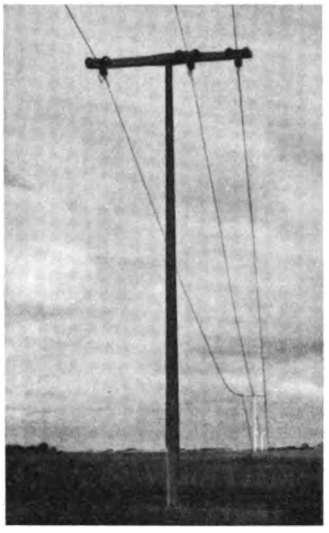


Abb. 1. Stahlbetonmast einer 15 kV-Leitung.

Die „Vorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen V.S.F." (VDE 0210/1936) wurden neu bearbeitet[8]). Zwecks Erleichterung der Prüfung der Genehmigungsanlagen für Kreuzungen von Reichsautobahnen wurden „Technische Bestimmungen für Kreuzungen und Näherungen zwischen Reichsautobahnen und Starkstromfreileitungen" aufgestellt.

Kabel.

Die neuartigen Kabelformen, die durch die deutschen VDE-Vorschriften 1934 eingeführt wurden, fanden im Jahre 1936 allgemeine Anwendung und, soweit man bis jetzt übersehen kann, haben sie sich durchweg gut bewährt. Allerdings muß mit Rücksicht auf die geringere Isolationswandstärke gegen Blei beim Zusammenschalten der Kabel mit Freileitungen mehr auf eine passende Auswahl des Kabels nach der tatsächlichen Isolationsfestigkeit der Freileitung gesehen werden, wenn man keine Überraschungen erleben will. Die Anwendung des Sektorquerschnitts bei den Leitern zusammen mit dem neuen Aufbau brachte im ganzen eine merkliche Verringerung des Gesamtkabelquerschnitts, was im Interesse der Rohstofflage ebenso erfreulich ist wie die praktisch ausschließliche Verwendung von Aluminium für die Leiter. Die anfänglich befürchteten Schwierigkeiten bei der Verwendung von Aluminium an den Verbindungsstellen haben sich als grundlos erwiesen, es ist jetzt eine Reihe zuverlässiger Verfahren für die Aluminiumleiterverbindungen bekannt.

Die Bestrebungen, auch für Erdkabel bleimantellose Konstruktionen einzuführen, haben im Berichtsjahre noch zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis geführt, und manche Hoffnungen, die man auf Kunststoffe, wie Acrylsäure, Vinylchlorid u. ä., gesetzt hatte, haben enttäuscht, weil keine hinreichende Wasserbeständigkeit zu erreichen war. Nach dem augenblicklichen Stande der Dinge wird man für Erdkabel auf eine wasserdichte Metallhülle nicht verzichten können, wobei über deren notwendige Dicke vor allem in Verbindung mit anderen Schutzschichten,

[1]) ETZ 57 (1936) S. 1388.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 709.
[3]) Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 331.
[4]) ETZ 57 (1936) S. 1373.
[5]) ETZ 57 (1936) S. 772 u. 1384.
[6]) ETZ 56 (1935) S. 348.
[7]) ETZ 57 (1936) S. 1387; 58 (1937) H. 13, S. 340.
[8]) ETZ 57 (1936) S. 427 u. 1439; 58 (1937) H. 1, S. 26.

Digitized by Google

z. B. aus den oben erwähnten Kunststoffen, noch Untersuchungen schweben.

Auf dem Hochspannungskabelgebiete haben sich die ionisationssicheren Öl- und Druckkabel für Spannungen oberhalb 35 kV weiter eingeführt, und einige neue Anlagen sind fertiggestellt worden, z. B. ein Ölkabelsystem für 125 kV[9]). Im Berichtsjahre ist auch die 220 kV-Kabelstrecke nördlich von Paris[10]) in Betrieb gekommen, die bezüglich Spannungshöhe und Übertragungsleistung bemerkenswert ist.

[9]) ETZ 57 (1936) S. 1321.
[10]) ETZ 57 (1936) S. 1238.

Hochspannungstechnik.

621. 3. 027. 3

Gewitterfragen fanden im vergangenen Jahre wieder viel Beachtung. Für die Blitzstromstärkenmessung wurden Verbesserungsvorschläge gemacht[1]), nachdem sich gezeigt hat, daß die bisher verwendeten Stäbchen bei den in Frage kommenden sehr hohen Anstiegsgeschwindigkeiten des Blitzstromes nicht ganz wirbelstromfrei sind. Eine andere interessante Arbeit geht den Dingen auf einem bisher kaum beschrittenen Weg nach und errechnet z. B. Blitzstromstärken aus Schmelzerscheinungen an Fernmeldeleitungen. Bemerkenswerterweise stimmen die Ergebnisse mit denen anderer Messungen recht gut überein[2]).

Die zur Nachahmung der natürlichen Vorgänge viel verwendeten Stoßanlagen sind weiterentwickelt worden; eine besonders gedrängte Bauart[3]) hat verhältnismäßig sehr kleine Abmessungen selbst bei hoher Spannung und damit auch den Vorzug kleiner Induktivität des Entladungskreises. Der zur Untersuchung der Erscheinungen wichtige Kathodenstrahl-Oszillograph ist nach anfänglich stürmischer Entwicklung in ruhigerem Tempo weiter ausgebaut worden[4]).

Der Wert einer guten Erdung, insbesondere auch als Schutz gegen rückwärtige Überschläge, ist unbestritten. Daher wurde die Frage der günstigsten Anordnung der Erder weiter untersucht[5]).

Staffelung der Isolation bietet eine Möglichkeit, unvermeidliche Überschläge wenigstens von besonders wichtigen Anlageteilen fernzuhalten. Sie hat jedoch nur dann einen Zweck, wenn auf das Verhalten der Isolatoren bei Stoßbeanspruchung Rücksicht genommen wird. Um die einzelnen Isolatorentypen besser zu kennzeichnen, wird vorgeschlagen, Stoßkennlinien aufzunehmen[6]), die die Überschlagsverzögerung bei verschiedener Stoßspannungshöhe angeben [Abb. 2 in ETZ 58 (1937) H. 2, S. 42].

Die Überspannungsableiter wurden weiter vervollkommnet. Sie haben sich gut bewährt, wie statistische Angaben zeigen. So gingen z. B. in einem 4 kV-Netz die Transformatorenschäden um 49 % zurück[7]). Die Einwirkungen der atmosphärischen Vorgänge auf Transformatoren wurden weiter untersucht[8]), u. a. mit dem Ergebnis, daß gewitterfeste, schwingungsfreie Wicklungsformen gefunden wurden[9]). — Einen wichtigen Beweis für die Richtigkeit des deutschen Standpunktes brachte eine im Ausland arbeitende Erdschlußspule. In 15 Stunden wurden 450 Erdschlüsse ohne eine einzige Schalterauslösung gelöscht[10]). Wanderwellenvorgänge wurden besonders für schwierigere Fälle (Wellen auf Leitungsbündeln) weiter untersucht[11]). Die Isolierstoffforschung, Durchschlagsfragen usw. fanden Beachtung, ebenso wurde an den Meßverfahren für sehr hohe Spannungen fleißig weitergearbeitet[12]). Eine neue Bauart von Spannungswandlern für hohe Spannungen läßt den Eisenrückschluß fort, was die isolationstechnische Beherrschung der Spannung sehr erleichtert[13]).

Der fortschreitenden Entwicklung mußte auch die Verbandsarbeit Rechnung tragen. So entstand eine Neufassung der Bestimmungen für Schalter, Trennmesser und Sicherungen[14]).

[1]) ETZ 58 (1937) H. 22, S. 604.
[2]) ETZ 58 (1937) H. 13, S. 337.
[3]) ETZ 57 (1936) S. 1227.
[4]) ETZ 57 (1936) S. 1188; Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 791; 31 (1937) S. 41; 31 (1937) S. 43.
[5]) ETZ 57 (1936) S. 1079 u. 1378.
[6]) ETZ 57 (1936) S. 809; 58 (1937) H. 2, S. 41.
[7]) ETZ 57 (1936) S. 925.
[8]) Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 16; Bericht ETZ 57 (1936) S. 835. — Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 368; Bericht ETZ 57 (1933) S. 925. — ETZ 58 (1937) H. 12, S. 321.
[9]) ETZ 57 (1936) S. 1322. — AEG-Mitt. (1937) S. 71.
[10]) AEG-Mitt. (1936) S. 396; Bericht ETZ 57 (1936) S. 1483.
[11]) Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 251 u. 604; 31 (1937) S. 73 u. S. 186.
[12]) ETZ 57 (1936) S. 534, 590, 621, 712, 1091, 1241. — ETZ 58 (1937) S. 97, 408. — Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 276, 430, 663. — Arch. techn. Messen J 763—1; Bericht ETZ 57 (1936) S. 839.
[13]) ETZ 58 (1937) H. 8, S. 203. — AEG-Mitt. (1937) S. 98.
[14]) ETZ 57 (1936) S. 649, 665, 689; und 58 (1937) S. 646, 675, 701.

Isolierstoffe.

621. 315. 6

Im Berichtsjahr zeigte sich eine allgemeine Anteilnahme für alle Fragen der Isolierstoffe und darüber hinaus überhaupt für alle Werkstoffbestrebungen. Starken Anklang fanden zusammenfassende Bücher[1]), Fachhefte mit Forschungsergebnissen[2]), Darstellungen der chemischen Grundlagen[3]) und die Eigenschaftstafeln[4]), von denen zahlreiche erschienen. Ebenso ist die große Beteiligung an Veranstaltungen zu werten wie der Vortragsreihe des VDE-Bezirks Berlin-Brandenburg über Isolierstoffe[4a]), dem Reichstreffen der deutschen Chemiker in München und den Tagungen im Rahmen der Ausstellung „Schaffendes Volk".

Auf dem Gebiet der anorganischen Isolierstoffe[5]) wurden die Hochspannungsisolatoren gestaltlich weiterentwickelt und wissenschaftliche Arbeiten über Alterungserscheinungen bei diesen angeregt. Keramische Sondermassen können mit gesteigerter Maßhaltigkeit und höherer Temperaturwiderstandsfähigkeit hergestellt werden. Heizdrähte werden für sehr hohe Temperaturen mit Tonerde- und Magnesiaisolierung[6]) umpreßt. Auch Glasgespinst kommt neuerdings als Drahtisolierung in Frage. Einen besonderen Fortschritt in bezug auf zeitliche Unveränderlichkeit bilden Spulen und Kondensatoren mit aufgebrannten Metallbelägen. Auch bei den

[1]) F. Pabst, Kunststoff-Taschenbuch, 2. Aufl., Berlin: Verlag Physik 1937.
[2]) Kunst- und Preßstoffe, 1. und 2. Sonderheft; VDI-Verlag 1937.
[3]) Zur Entwicklung der Chemie der Hochpolymeren. Berlin: Verlag Chemie 1937.
[4]) z. B. Mod. Plast. 14 (1936) S. 108.
[4a]) Elektrotechnische Isolierstoffe, herausg. von R. Vieweg, Berlin: Julius Springer 1937.
[5]) ETZ 58 (1937) H. 18, S. 473, 474 und 475.
[6]) Elektrotechn. Ber. 1 (1937) S. 294.

Digitized by Google

hochwertigen anorganischen Isolierstoffen werden nichtelektrische Anwendungen beachtenswert, wie die von Sondermassen zu Feinmaschinenteilen und zu Schneidwerkzeugen für Preßstoffe.

Bei der Benutzung von organischen Isolierstoffen sind neu zu berücksichtigen eine Bekanntmachung des Materialprüfamtes Dahlem über Kunstharzpreßmassen[7]), das Normblatt DIN 7701 ebenfalls über Kunstharzpreßmassen, der Entwurf zu DIN 7702, Leitsätze über die Prüfung von Hartgummi (VDE 0322/1936) und der Vorschlag von Leitsätzen für Hartpapiere und Hartgewebe (VDE 0318). Ausführliche Angaben über Dauerwärmebeständigkeit[8]) und mechanische Dauerfestigkeit[9]) bilden den Grundstock zu weiterer Forschungsarbeit; neue Erkenntnisse des chemischen Grundverhaltens wirken sich immer stärker bei den Anwendungen aus[10]).

Zunehmende Beachtung beanspruchten als Neustoffe die Polymerisate[11]), die wie die Polyvinyle und Polyacrylate in der verschiedensten Beschaffenheit dargestellt werden, als feste Körper, zähe Massen, Flüssigkeiten und sogar als Filme (z. B. Vinifol) und Fäden (z. B. Vinoflex). Kautschukartige Stoffe wie Oppanol und Perduren haben ihre Bedeutung nicht nur in allgemein technischen Anwendungen, sondern tragen auch zur Lösung der elektrotechnisch so wichtigen Frage der Leitungsummantelung bei. Ähnliche Aufgaben sind bei der Herstellung von Isolierschläuchen gelöst, wo an die Stelle der früheren Baumwolle-Öllackschläuche jetzt Azetatseide-Nitrolack-Schläuche oder reine Polymerisatschläuche treten können. Die synthetische Herstellung von Gummimilcharten ist ermöglicht. Vergießbare Massen, die sich bei niedrigen Temperaturen verfestigen, wurden bekannt[12]). Plastische Massen auf Zellulosegrundlage setzten sich stärker durch (z. B. Zelluloseäther, Benzylzellulose).

Die nun schon allgemein verbreiteten Polykondensate[13]) erfassen weitere Anwendungsgebiete: kunstharzgekapselte Zähler, widerstandsfähige Schaltgeräte mit eingepreßten Stahlbandverstärkungen, in Gemeinschaftsauftrag hergestellte Rundfunkempfänger-Gehäuse deuten das hier Erreichte an. Ein Sonderfaserpreßstoff zeigt beachtliche Festigkeitseigenschaften und läßt sich gut bearbeiten. Große Fortschritte brachte auch die Entwicklung lösungsmittelfester, schnelltrocknender Lacke aus synthetischen Rohstoffen. Untersuchungen über Kunstharz-Asbest-Isolationen lassen diese als wärmebeständige Isolation für den Elektromaschinenbau erscheinen[14]). Eine besondere Stellung als Isolierstoff nimmt das Kunstharz in den verlustarmen Massekernen und den gut bearbeitbaren Tromalitmagneten ein. Für viele Anwendungen sind die auf verschiedenen Wegen erzielten Erfolge beim Aufbringen von polierbaren Metallüberzügen auf Kunststoff von Wichtigkeit.

Schließlich sei auf die reiche Forscherarbeit auf dem Gebiet der Isolieröle hingewiesen. Diese behaupten sich noch durchaus gegenüber den in der Entwicklung stehenden synthetischen Isolierflüssigkeiten, wie z. B. Clophen[15]). Der Einfluß von Verunreinigungen, die Entstehung von Ölverseifung und Ölverharzung, die Erhöhung der elektrischen Güte durch Filtrieren wurden untersucht.

So bietet das vergangene Jahr bei uns und im Ausland das Bild großen Forschritts zu höhergezüchteten Werkstoffen, die allgemein größere Leistung und Sicherheit bieten.

[7]) ETZ 57 (1936) S. 1442.
[8]) Plast. Mass. 6 (1936) S. 411; 7 (1937) S. 6 u. 37.
[9]) Kunst- und Preßstoffe 2 (1937) S. 16.
[10]) Kunststoffe 27 (1937) S. 137.
[11]) ETZ 58 (1937) H. 18, S. 471.
[12]) Elektrotechn. Ber. 1 (1937) S. 20.
[13]) ETZ 58 (1937) H. 18, S. 469.
[14]) VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 94 u. 97.
[15]) VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 145.

Elektrische Bahnen.

621. 331

Durch die Aufnahme des elektrischen Zugbetriebes auf der Höllental- und Dreiseenbahn und durch die Eröffnung des Betriebes auf der Berliner Nord-Süd-S-Bahn auf dem Teilabschnitt Stettiner Bahnhof—Unter den Linden ist die Länge des elektrischen Streckennetzes der Deutschen Reichsbahn um 58 km auf 2284 km angestiegen. Das Jahr 1936 stand im Zeichen der Bauarbeiten für die Einrichtung des elektrischen Zugverkehrs auf der Strecke Nürnberg—Halle/Leipzig. Zur Freilegung des lichten Raumes für die Fahrleitungsanlagen wurde eine Anzahl von Überbauten gehoben oder abgebrochen und durch neue Bauwerke ersetzt und Gleisabsenkungen vorgenommen. Stellenweise konnte schon mit dem Stellen der Fahrleitungsmaste begonnen werden. Hand in Hand mit diesen Arbeiten ging die Verkabelung der Fernmeldeleitungen und der Abbruch der alten Freileitungsgestänge. Zur Speisung der neuen Strecke mit elektrischer Energie wird das süd- und mitteldeutsche Fernleitungsnetz über eine 420 km lange Einphasenstromfernleitung zusammengeschlossen. Das Bahnkraftwerk Muldenstein, das auch den Energiebedarf für die geplante Erweiterung des elektrischen Streckennetzen über Halle und Bitterfeld hinaus nach Berlin decken soll, wird erweitert. Die Vorarbeiten hierzu wurden schon tatkräftig in Angriff genommen.

Von besonderer Bedeutung sind die im vergangenen Jahr großzügig durchgeführten Versuche, den Strom der allgemeinen Landesversorgung in der elektrischen Zugförderung zu verwenden. Im Sommer 1936 wurde, nachdem die Lokomotiven angeliefert waren, der elektrische Versuchsbetrieb auf der Höllentalbahn aufgenommen[1]). Die Fahrdrahtspannung beträgt 20 000 V, die Frequenz 50 Hz. Die elektrische Energie wird dem Drehstromnetz des Badenwerkes entnommen[2]). Da die Auswirkung der einphasigen Belastung auf das Drehstromnetz sich von vornherein nicht übersehen ließ, wurde als Grundschaltung vorgesehen, die Streckenbelastung nach der von Scott vorgeschlagenen Schaltung aufzuteilen. Zur Zeit ist im Abspannwerk Titisee ein Scottsatz, bestehend aus zwei Einphasenabspannern, aufgestellt, von denen jeder einzelne in der Lage ist, den Betrieb im Falle eines Schadens am anderen Abspanner allein zu übernehmen. Platz zum Aufstellen von zwei weiteren Scottsätzen ist vorgesehen. Der Charakter des Versuchsbetriebes kommt in der Durchbildung des elektrischen Teiles der Lokomotiven besonders zum Ausdruck. Auf Grund eingehender Untersuchungen wurden die Lokomotiven mit vier Treibachsen ausgerüstet, die zu je zwei als einzeln angetriebene Achsen in einem Drehgestell vereinigt sind. Die Lieferung je einer Lokomotive übernahmen 4 Firmen. Im einzelnen wurden folgende grundlegende Bauarten entwickelt:

1. Bauart AEG. Gleichrichter mit Gittersteuerung und Drehregler, System Toulon; durch geeignete Schaltung der Motore ergeben sich sieben wirtschaftliche Hauptfahrstufen;

2. Bauart BBC. Gleichrichter mit Hochspannungssteuerung im Hauptumspanner, infolgedessen 28 Dauerfahrstufen. Gleichrichter ist mit Gittersteuerung ausgerüstet, die aber nur zur Sperrung dient.

[1]) Otto Michel, ETZ 57 (1936) S. 1113.
[2]) ETZ 58 (1937) H. 18, S. 490.

Digitized by Google

3. Bauart SSW. Lokomotive entspricht im Aufbau der Lokomotive der Baureihe E 44 für 16⅔ Hz. Die Fahrmotoren sind für 50 Hz ausgelegt. Je zwei sind auf jeder Treibachse angeordnet. Sie sind dauernd in Reihe geschaltet. Wie die E 44 hat auch diese Lokomotive eine Feinreglersteuerung erhalten.

4. Bauart Krupp/Garbe Lahmeyer. Jede Achse wird getrieben durch einen Einphasenmotor mit Zwischenläufer, Bauart Schön, und einen Drehstrommotor[3]). Da diese Motoren Nebenschlußcharakteristik besitzen, gestattet der Antrieb nur wenige wirtschaftliche Geschwindigkeitsstufen, die aber mit den auf der Berg- und Talfahrt zulässigen Geschwindigkeiten in Übereinstimmung gebracht werden konnten. Es ist aber auch möglich, auf kürzere Zeiten Zwischengeschwindigkeiten zu fahren infolge geeigneter Durchbildung der in die Motorenstromkreise eingeschalteten Wasserwiderstände. Von großem Vorteil ist der Umstand, daß der Leistungsfaktor, infolge Regelung der Erregung des Zwischenläufers, praktisch auf 1 gehalten werden kann.

Wenn sich auch die vier Lokomotiven im elektrischen Teil voneinander unterscheiden, so wurde doch mit Rücksicht auf die Unterhaltungskosten die Übereinstimmung im mechanischen Teil mit den in den letzten Jahren entwickelten Baureihen angestrebt. So baute die AEG den Wagenteil nach dem Muster der von ihr früher gelieferten Lokomotivreihe E 44[1], die übrigen Firmen übernahmen die Bauform[4]) der Lokreihe E 44. Der mechanische Teil ist weitgehend in Schweißkonstruktion ausgeführt. Außer der selbsttätigen Druckluftbremse, System Hildebrandt-Knorr, besitzen sämtliche Lokomotiven die nichtselbsttätige Henry-Bremse; außerdem sind die Lokomotiven von AEG, BBC und SSW mit einer fahrdrahtunabhängigen Widerstandsbremse ausgerüstet. Die von Krupp/Garbe Lahmeyer arbeitet, infolge der Nebenschlußcharakteristik ihrer Triebmotoren, mit Nutzbremsung; die Bremsung setzt selbsttätig ein, sobald die einer Fahrstufe entsprechende Geschwindigkeit überschritten wird. Es kann heute gesagt werden, daß alle vier Lokomotiven den in sie gesetzten Erwartungen entsprechen. Ein endgültiges Urteil darüber, welche Ausführung den gestellten Aufgaben am besten gerecht wird, kann aber erst nach Abschluß des Versuchsbetriebes abgegeben werden.

Im Reichsbahnunterwerk Basel wurde der Probebetrieb mit einem Umrichter 50/16⅔ Hz beendet. Er hat die Brauchbarkeit des Umrichters bewiesen. Die Versuche, die sich über mehrere Monate erstreckten, wurden von der Deutschen Reichsbahn gemeinsam mit der Reichspost durchgeführt, da auch die Einwirkung des Umrichters auf Fernmelde- und Funkempfangsanlagen zu untersuchen war. Zur Zeit speist der Umrichter als erster Umrichter der Welt allein die Fahrleitungen der Wiesentalbahn.

Im Jahre 1936 wurde wiederum eine Anzahl elektrischer Lokomotiven der üblichen Bauarten in Auftrag gegeben. Diese sind zum Teil schon für den Verkehr auf der noch im Umbau befindlichen Strecke Nürnberg—Halle/Leipzig vorgesehen. Zur Beförderung schwerer Fern-Schnellzüge auf dieser Strecke wurde eine Schnellzuglokomotive neu entwickelt, die eine Höchstgeschwindigkeit von 180 km/h erreicht und eine Stundenleistung von mehr als 5000 PS aufweist. Zur Verbesserung des Verkehrs auf der Hamburger Stadt- und Vorortbahn wurden neue Triebwagenzüge eingesetzt. Jeder Triebwagenzug besteht aus zwei Zugeinheiten, jede Zugeinheit aus zwei Triebwagen und einem dazwischen geschobenen Beiwagen.

Die elektrotechnische Versuchsanstalt in München, die mit der Untersuchung der im Zusammenhang mit der elektrischen Zugförderung auftretenden Fragen beauftragt ist, hat im Jahre 1936 zahlreiche Meßfahrten mit neuen Triebfahrzeugen ausgeführt. Es wurden von ihr auch die Untersuchungen über den Betrieb auf der Höllentalbahn mit einem neu erbauten 50 Hz-Meßwagen und die Abnahmeversuche des neuen Umrichters für die Wiesentalbahn durchgeführt.

[3]) L. Schön, ETZ 56 (1935) S. 808.
[4]) ETZ 57 (1936) S. 1113, Abb. 16.

Gleislose Fahrzeuge.

621. 335. 4. 033. 91 + .335. 5

1. Oberleitungsomnibus

Der Oberleitungsomnibus wurde in Deutschland auch im vergangenen Jahr erfolgreich weiter entwickelt. Er hat sich als Zweiachs-Eindecker (Abb. 1) bis zu einem Fassungsvermögen von 50 Fahrgästen und als Dreiachs-Eindecker[1]) bis zu 70 Personen unter den schwierigsten Betriebsverhältnissen bewährt.

Es erscheint heute bereits angebracht, zur Vermeidung einer Zersplitterung in zu viele Bauarten, die beiden Grundformen, die sich unter Verwendung von bewährten Omnibuskonstruktionen herausgebildet haben, beizubehalten und bei jeder Bauart in die technisch und verkehrlich zweckmäßigste Form zu bringen. Hierdurch wird sich ein Höchstmaß von Betriebssicherheit mit geringen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten erzielen lassen, das der weiteren Einführung von Oberleitungsomnibussen nur dienlich sein kann[2]).

Dem einzigen Nachteil des Oberleitungsomnibusses, der gegenüber dem freizügig verwendbaren Omnibus an die Oberleitung gebunden ist, stehen so viele Vorteile gegenüber, daß in den meisten Fällen eine erfolgreiche Einführung des Obus gewährleistet ist[3]).

Durch die höhere Anfahrbeschleunigung läßt sich beim Obus die Reisegeschwindigkeit namentlich bei kürzeren Haltestellenabständen gegenüber dem Kraftfahrzeug mit Schaltgetriebe steigern, dabei überwindet der Obus durch die Überlastbarkeit des Elektromotors leichter Steigungen, so daß auch Geländeunebenheiten leichter überwunden werden und hierbei ein weit geringeres Absinken der Fahrgeschwindigkeit eintritt.

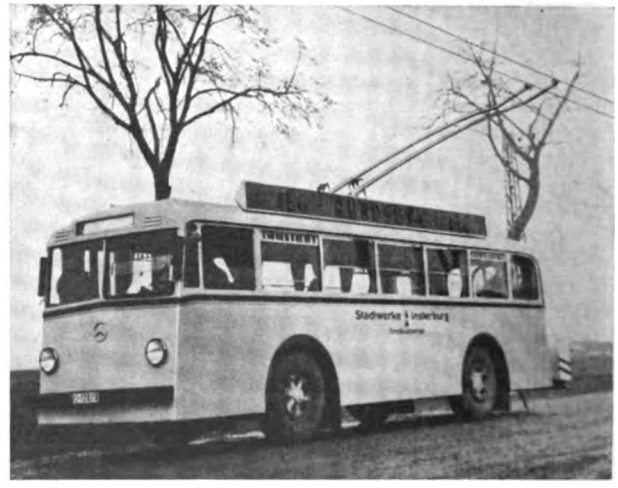


Abb. 1. Zweiachsiger Obus.

Die Frage, ob die unmittelbare oder die selbsttätige Anfahrschaltung die zweckmäßigste ist, läßt sich heute noch nicht endgültig entscheiden, sie hängt vielfach von den Wünschen der jeweiligen Betriebsleitung, wie dem

[1]) Fr. Finck, ETZ 56 (1935) S. 820, Abb. 1; 55 (1934) S. 195, Abb. 2.
[2]) W. Witte, Verkehrstechn. 18 (1937) S. 85.
[3]) Fr. Lehner, ETZ 56 (1935) S. 673.

Digitized by Google

Streben nach Vereinheitlichung, Vereinfachung oder von sonstigen Rücksichten ab. Für zweiachsige Fahrzeuge in Betrieben mit größeren Haltestellenentfernungen empfiehlt sich die unmittelbare Starkstromschaltung wegen ihrer Einfachheit, während bei kürzeren Haltestellenabständen und schwereren Fahrzeugen, namentlich bei Dreiachsern eine Schaltwerk- oder Schützensteuerung, insbesondere bei Doppelmotoren für Reihenparallelschaltung bevorzugt wird. Hierbei wird die Schaltausrüstung wohl verwickelter, jedoch überwiegen in diesem Falle die Ersparnisse an Stromkosten namentlich bei höheren Strompreisen die Kosten der Unterhaltung, so daß bei diesen Voraussetzungen die Wahl einer Reihen-Parallel-Schaltausrüstung durchaus gerechtfertigt ist. Es wäre jedoch zu begrüßen, wenn die Motortypen vereinheitlicht und die Schaltausrüstungen vereinfacht werden könnten.

Als Bremse hat sich in Deutschland die auf alle Räder wirkende Druckluftbremse bewährt. Die erforderliche Druckluft hierfür und für die Betätigung der Türschließvorrichtung liefert ein möglichst geräuschlos laufender Motorluftpresser mit selbsttätiger Schaltvorrichtung.

Die im fahrplanmäßigen Betrieb erzielten Leistungen betragen im Jahr bis zu 75 000 km je Obus, ohne daß hierbei größere Instandsetzungsarbeiten notwendig waren. Es empfiehlt sich jedoch nach dieser Laufleistung eine Hauptüberholung, nach der die Fahrzeuge wieder über den gleichen Zeitraum im Betrieb bleiben können.

Die guten Betriebserfahrungen mit Obussen sowohl in der Reichshauptstadt wie in anderen deutschen Städten im Stadt-, Vorort- und Zwischenortverkehr haben seine Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit bewiesen[4]). Erweiterungen und neue Anlagen sind in mehreren Städten in Aussicht genommen, so daß zu erwarten ist, daß der Obus sich weiterhin erfolgreich durchsetzen wird.

Für die Wirtschaftlichkeit des Obusbetriebes ist der Strompreis von ausschlaggebender Bedeutung. Da bei dem in Wettbewerb stehenden Dieselomnibus der Kraftstoffpreis in ganz Deutschland bis auf ganz geringe Abweichungen der gleiche ist, ist zu fordern, daß für die Preisberechnung des Stromes beim Oberleitungsomnibus nur die Selbstkosten der Elektrizitätserzeugung maßgebend sein dürfen. Durch die Einführung des Obus wird nicht nur die heimische Kraftstoffversorgung gefördert, sondern auch die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätswerke günstig beeinflußt[5]). Vielfach können schlecht ausgenutzte Straßenbahn-Umformwerke und Speisepunkte zur Stromlieferung ohne jede Veränderung hinzugezogen werden. Bei richtiger Verlegung der Oberleitungsanlage sind Stangenentgleisungen nicht zu befürchten, auch bieten Kreuzungen mit der Straßenbahn keine nennenswerten Schwierigkeiten.

Der Verband Deutscher Kraftverkehrsgesellschaften in Dortmund hat im Berichtsjahr einen besonderen Obus-Ausschuß gebildet, der allen Interessenten beratend zur Seite steht und der auch die Förderung des Obusses in Zusammenarbeit mit den einschlägigen Fachgruppen, wie Elektrizitätsversorgung, Automobil-, Elektro- und Waggonbauindustrie, übernommen hat.

2. Elektrolastfahrzeuge

Aus den veröffentlichten Zahlen über die im vergangen Jahre mit Kraftfahrzeugbriefen zum Verkehr zugelassenen Elektrolastfahrzeuge ist zu ersehen, daß die Verwendung in ruhigem Gleichmaß weiter steigt, und zwar stückzahlenmäßig etwa in der Reihenfolge: Industrie, städtische Betriebe, Reichsbehörden, Handel und Gewerbe.

Nach der Leistungsfähigkeit der beschafften Fahrzeuge geordnet wurden überwiegend Fahrzeuge für 1,5 bzw. 2,0 t Tragfähigkeit beschafft, dann folgen die Fahrzeuge für 1,0 t und darunter und endlich die schweren Wagen für 2,5 t bis 5 t. Diese Wagen werden von den städtischen Betrieben für die Abfallsammlung, Müllabfuhr und bei der Straßenreinigung eingesetzt. Auch die Brauereien verwenden sie als Flaschenbier- und Faßbierwagen, während die leichteren Fahrzeuge als Lieferwagen für alle erdenklichen Zwecke des Verkehrslebens im Stadtverkehr benutzt werden.

In konstruktiver Hinsicht sind weitere Fortschritte gemacht worden in Richtung auf den Leichtbau der Fahrgestelle. So wurden auf der letzten Automobilausstellung Fahrzeuge mit geschweißtem Rohrrahmen gezeigt[6]), wie sie im Automobil- und Lastwagen-Anhängerbau in ähnlicher Form schon längere Zeit zu sehen sind. Bei diesen Fahrzeugen hat man auch zum unmittelbaren Antrieb der Treibräder durch Einzelmotoren gegriffen, um alle kraftverzehrenden Zwischenglieder, wie Kardanwelle und Ausgleichgetriebe, zu vermeiden.

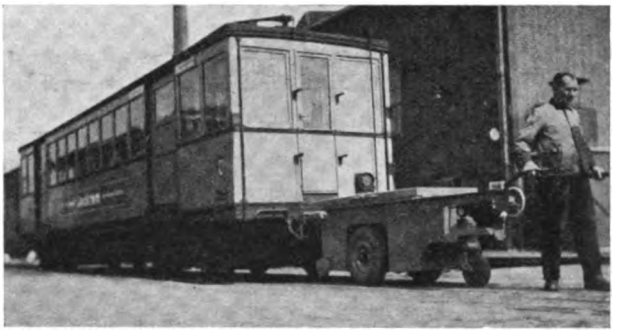


Abb. 2. Elektro-Lastschlepper.

Als äußere Form ist überwiegend die Ausführung mit Haube vor dem Führerhaus beibehalten worden unter Ausnutzung des Raumes für Unterbringung der Fahrschalter nebst Zubehör und der Steuersäule. Um eine besonders gute Zugänglichkeit dieser Teile zu erzielen, wurden die Hauben zum Aufklappen vorgesehen.

In ähnlicher Weise wie die Elektrolastfahrzeuge mit Fahrgeschwindigkeit für 25 bis 30 km/h wurden auch in noch größerem Umfang die von einem Führerstand aus bedienten normalen Elektrokarren mit Fahrgeschwindigkeiten bis zu 15 km/h, meist auch mit Luftbereifung, für die Bedienung zahlreicher Verkehrsbeziehungen im engeren Umkreis der Betriebe nutzbar gemacht. Durch das Aufsetzen von Hubplattformen, Behältern, Schwenk- und Kippvorrichtungen können sie allen Erfordernissen angepaßt werden und sind einfach in Bedienung und Unterhaltung. Die Aufladung erfolgt während der Arbeitspausen und während der Nacht, wobei auch hierfür in verschiedenen Fällen ein verbilligter Strom zur Verfügung steht. Bei stärkerer Inanspruchnahme wird mit auswechselbaren Sammlern eine höchstmögliche Ausnutzung der Fahrzeuge erzielt, auch sei auf die Möglichkeit einer kurzzeitigen Nachladung während der Arbeitspausen hingewiesen, durch die der Fahrbereich erhöht wird. Abb. 2 zeigt einen Einachsschlepper, ein dem Elektrokarren ähnliches Fahrzeug, das hauptsächlich zum Verschieben von Eisenbahnwagen benutzt wird.

Außer Lademaschinen und Quecksilberdampfgleichrichtern werden im Berichtsjahr Trockengleichrichter in stärkerem Maße verwendet; diese bedürfen keiner besonderen Unterhaltung und Wartung und besitzen außer einem hohen Wirkungsgrad auch eine lange Lebensdauer. Auch durch die geringen Anschaffungskosten wird die weitere Verwendung von Elektrokarren und Elektroschleppern wirksam gefördert.

Beide Arten von Elektrofahrzeugen (Elektrolastwagen und Elektrokarren) werden auch weiterhin allen Kreisen — soweit sie Nahtransporte auszuführen haben — infolge ihrer ausgezeichneten Anpassungsfähigkeit an die zu lösenden Transportaufgaben unentbehrliche Helfer zur wirtschaftlichen Durchführung der Förderleistungen sein

[4]) L. Jungmann, Verkehrstechn. 18 (1937) S. 78. Holz, Verkehrstechn. 18 (1937) S. 83.

[5]) Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) H. 16.

[6]) H. Hasse, ETZ 58 (1937) H. 14, S. 375, Abb. 2.

Digitized by Google

Die Elektrizität in der Industrie.

621. 3 : 66/69

Die der deutschen Technik gestellte Aufgabe, an der Erlangung der Rohstofffreiheit mitzuarbeiten, gab auch der Elektrotechnik ein umfangreiches Arbeitsfeld, das in enger Gemeinschaft mit den verschiedenen Industriezweigen in Angriff genommen wurde. Bei diesem Aufbau nimmt naturgemäß die Eigenversorgung mit flüssigen Treibstoffen aus Kohle eine besondere Stellung ein. Die Möglichkeit hierfür wird durch die ausreichenden deutschen Braun- und Steinkohlenvorräte geboten. Wie bei der Erstellung der deutschen Stickstoffindustrie ist es auch hier gelungen, in Zusammenarbeit des Elektrotechnikers mit Chemikern und Maschineningenieuren die Ausrüstung der Hydrieranlagen technisch und wirtschaftlich durchzuführen.

Für die der Elektroindustrie gestellten Aufgaben bei der Errichtung der Treibstoffgewinnungsanlagen[1]), die teils nach dem I. G.-Hochdruckverfahren, teils nach dem Synthese-Verfahren von Fischer-

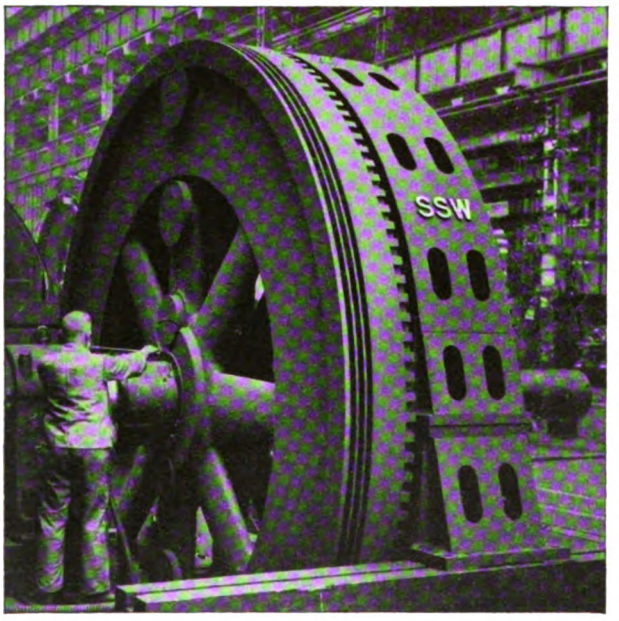


Abb. 1. Synchronmotor 2300 kW, 125 U/min als Kolbenverdichterantrieb einer Hydrieranlage.

Tropsch arbeiten, sind folgende Gesichtspunkte hervorzuheben: Die Art der chemischen Vorgänge erfordert eine über das normale Maß hinausgehende Erhöhung der Betriebssicherheit, da durch die kleinste Betriebsstörung oft die ganze Anlage gefährdet werden kann. Die erforderliche Betriebssicherheit wurde erreicht durch geschickte Netzaufteilung auf der Hochspannungsseite, durch die Verwendung von Niederspannungs-Maschennetzen und durch weitgehende Reservehaltung. Da in den Fabrikationsräumen explosible Gase, insbesondere freier Wasserstoff, auftreten können, werden die Schaltgeräte außerhalb dieser Räume in gußgekapselten Verteilungsanlagen zusammengefaßt und mit explosionsgeschützten Befehlsschaltern ferngesteuert, die zweckmäßig in der Nähe der Arbeitsmaschinen angeordnet werden. Als Antriebe kommen fast ausschließlich Kurzschlußläufermotoren in Frage, die in ihrer normalen Bauart nach den einschlägigen VDE-Vorschriften auch in der Wasserstoffatmosphäre als explosionssicher anzusehen sind.

[1]) H. Göschel wird voraussichtlich in der ETZ ausführlich über die Starkstromtechnik in den Treibstoffgewinnungsanlagen berichten.

Die Erstellung von Antrieben größter Leistungseinheiten zum Antrieb von Pumpen und Gebläsen (Schnelläufern) und von Kolbenverdichtern (Langsamläufern) mit meist schwierigen Anlauf- und Betriebsbedingungen erforderte eine besonders enge Zusammenarbeit zwischen Großmaschinenbau und Elektroindustrie. Dabei ist wesentlich, daß die Antriebe selbst bei Einzel-

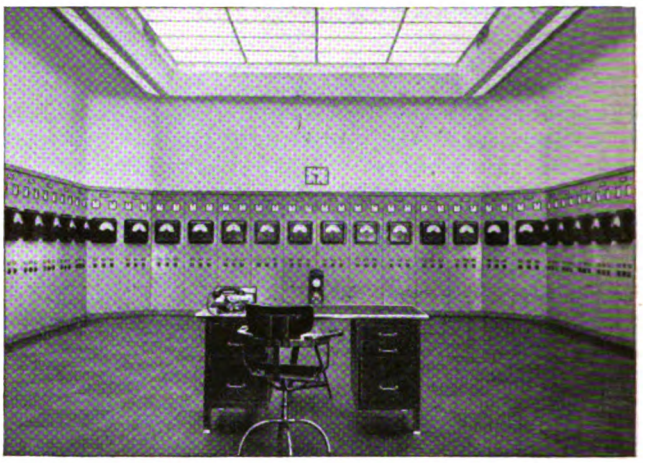


Abb. 2. Steuerwarte mit elektrischen indirekt wirkenden Reglern in einer Treibstoffsyntheseanlage.

leistungen von etwa 4000 kW bei einer Drehzahl von 125 U/min ohne Anlasser unmittelbar auf das speisende Netz geschaltet werden. Der Gefahr, daß beim Antrieb von Kolbenverdichtern infolge des innerhalb jeder Umdrehung schwankenden Drehmoments zu große Stromschwankungen auftreten, wird auf einfachste Weise durch den Anbau von Seitenschwungrädern an die Motorenläufer begegnet (Abb. 1). Eine weitere interessante Lösung stellt die Anwendung der Elektrotechnik bei der Fernregelung der Temperaturen in den Katalysatoröfen der Treibstoff-Syntheseanlagen dar. Hierfür wurden neuartige Warten errichtet, von denen aus die eigentliche Syntheseanlage fernüberwacht und -geregelt werden kann (Abb. 2).

Die besondere Bedeutung, die dem Bergbau für die Versorgung der Kohleveredlungsanlagen zukommt, macht auch hier den Einsatz des neuzeitlichen elektrotechnischen Rüstzeuges erforderlich. Die großen Vorzüge der elektrischen Energie ermöglichen es ihr, im Bergbau weiter erfolgreich vorzudringen und in vielen Fällen neue technische Wege zu beschreiten[2]). Die schweren Betriebsbedingungen, vor allem des Steinkohlenbergbaues, sowie auch die Sicherheit gegen Entzündung von explosiblen Gasen, Staubluftgemischen und schlagenden Wettern wurden durch geeignete Ausgestaltung der elektrischen Antriebe und Geräte beherrscht. Auch vor Ort dringt die Anwendung der elektrischen Energie vor, da sie, abgesehen von Betriebssicherheit, Einfachheit und Wirtschaftlichkeit, auch die Möglichkeit bietet, durch Einführung elektrischer Beleuchtung die Arbeitsbedingungen günstiger zu gestalten.

Bei den Anlagen über Tage ist besonders der Einsatz der gittergesteuerten Stromrichter bei Fördermaschinenantrieben[3]) bemerkenswert, denn hier werden besonders hohe Anforderungen an die Steuerfähigkeit ge-

[2]) „Elektrizität im Bergbau", ETZ 58 (1937) H. 21.

[3]) W. Leukert, Fördermaschinenantriebe mit Stromrichtern, ETZ 58 (1937) H. 20, S. 527.

Digitized by Google

stellt. Auch bei kleinsten Drehzahlen muß der gesamte Regelbereich in beiden Drehrichtungen, sowohl bei Motor- als auch bei Generatorbetrieb sowie bei selbsttätigem Übergang von Antrieb auf Bremsung beherrscht werden. Es hat sich gezeigt, daß diese Aufgabe, die bisher dem Leonard-Umformer vorbehalten war, durch Stromrichter einwandfrei gelöst wird.

Die Verlagerung der Rohstofferzeugung auf das Inland macht auch für die Textil-, Zellstoff- und Gummiindustrie die Bereitstellung umfangreicher elektrischer Anlagen erforderlich. Die Sonderantriebe für die Textilindustrie, besonders die Spinnmotoren und Webstuhlantriebe, wurden weiter entwickelt und verstärkt eingesetzt.

Bei allen Fragen des elektrischen Antriebes steht die Aufgabe im Vordergrund, die an die Arbeitsmaschinen gestellten technologischen Anforderungen umfassend zu erfüllen. Hierbei tritt die Forderung nach vollständiger Beherrschung der Arbeitsgeschwindigkeit auf, die genau gleichgehalten oder schnell verändert werden muß. Die einwandfreie Erfüllung dieser Bedingungen durch den elektrischen Einzelantrieb wird heute allgemein von der Werkzeugmaschinenindustrie klar erkannt. Die Leonard-Steuerung und auch Stromrichtersteuerungen wurden auf diesem Gebiet erfolgreich weiterentwickelt.

Der Einsatz der Elektrowärme in der Industrie, besonders auch in der Schwerindustrie, hat weiter an Umfang zugenommen. In der Stahlherstellung führten die ständig wachsenden Güteansprüche zur vermehrten Anwendung von Lichtbogenöfen, und für die Herstellung von Stahllegierungen besonderer Reinheit zur Anwendung von Hochfrequenzöfen. Für Veredelung und Weiterverarbeitung der Erzeugnisse wurden Widerstandsöfen eingesetzt, bei denen auch Fortschritte in der äußeren Formgebung bemerkenswert sind. Blankglühanlagen für Bänder und Bleche, Härteanlagen und Öfen für Leichtmetalle seien hier besonders erwähnt.

Die im Bericht des Vorjahres gekennzeichnete Entwicklung der Einführung des elektrischen Großantriebes für Schiffe setzt sich weiterhin erfolgreich durch.

Industrielle Elektrowärme.

621. 365/7

Während der letzten Jahre hat sich das Gebiet der Elektrowärmeanwendungen und die Anzahl der in Industrie und Gewerbe in Betrieb befindlichen Öfen und Geräte gewaltig gesteigert[1]). So fand die Elektrowärme in der keramischen Industrie in steigendem Maße Eingang[2]). Das Aufbrennen von Emaille auf Gußstücke im widerstandsbeheizten Elektroofen erfuhr eine große Zunahme[3]). Auch in der Schwerindustrie hat sich die Elektrowärme durchgesetzt[4]). Zum Schmelzen von Stahl wird in der letzten Zeit eine unerwartete Zunahme der Verwendung von Lichtbogen- und Hochfrequenzöfen festgestellt. Die Entwicklung der Lichtbogenöfen geht auf den Großofenbau hin. Mehrere Öfen von 35 t sind im Bau. Gleichzeitig wurden die Beschickungseinrichtungen weiter verbessert[5]). Die Hochfrequenzöfen erfuhren hinsichtlich ihrer Verbreitung und Ofengröße eine stürmische Entwicklung; sie werden auch in der Graugießerei für hochwertigen Guß gebraucht. Verbessert wurden das Ofengehäuse, die Spulen und der elektrische Teil[6]). Die Induktionsöfen (Ajax-Wyatt) werden nicht mehr nur zum Herstellen von Messing benutzt; sie setzen sich vielmehr auch zum Schmelzen von Zink und zur Herstellung von Reinkupfer durch. Entgegen der üblichen Bauart mit V-förmiger Rinne für einphasigen Anschluß findet man jetzt Öfen mit den verschiedensten Rinnenformen und auch Öfen mit mehreren Rinnen für mehrphasigen Anschluß[7]). Leichtmetalle werden mehr und mehr im Elektroofen erschmolzen. Bewährt haben sich neben den Wannen- und Tiegelöfen nach anfänglichen Mißerfolgen auch die Niederfrequenzöfen. Niederfrequenzöfen mit gleichmäßiger Phasenbelastung zum Schmelzen von Leichtmetallen mit einem $\cos\varphi \approx 0{,}7$ wurden entwickelt[8]).

Die wachsende Bedeutung des Aluminiums hat dazu geführt, daß die Industrie für die Wärmebehandlung der Leichtmetalle besondere Glüh- und Vergütungsöfen entwickelt hat[9]). Bei der Wärmebehandlung der Leichtmetalle liegt das Optimum der durch den Vergütungsvorgang erreichbaren technologischen Eigenschaften der Leichtmetallegierungen in einem engbegrenzten Temperaturbereich. Äußerst genaue Einhaltung der Temperatur und vollkommene Temperaturgleichmäßigkeit werden gefordert. Diese Ansprüche erfüllt am besten der elektrische Ofen. Die Vergütungstemperaturen liegen verhältnismäßig niedrig bei etwa 500 ° C. Aus diesem Grunde ist künstliche Luftumwälzung zu empfehlen[10]). Die Frage der günstigsten Ofenart für die Behandlung der Leichtmetallegierungen ist zugunsten des elektrischen Ofens mit Luftumwälzung entschieden[11]). Neben dieser Gruppe bewähren sich die elektrischen Salzbadöfen. — Neuartig ist die Konstruktion eines Blockrollofens mit zwei übereinanderliegenden geneigten Kammern zur Erwärmung von Zylindern aus Aluminiumlegierungen. Die Temperaturregelung erfolgt selbsttätig[12]).

Die Widerstandsöfen wurden unter Anwendung der immer weiter entwickelten Schweißtechnik in neuen Bauformen herausgebracht. Es ist möglich, den Ofen fertig ausgemauert zu liefern; er ist nach Anschluß an das Netz sofort betriebsfertig. Der Größe derartiger Öfen ist nur durch die Transportmittel eine Grenze gesetzt[13]). Neue elektrische Speicheröfen, die Wasser bzw. Eisen als Speichermittel verwenden, sind gebaut worden[14]).

Für besondere Zwecke, vornehmlich wenn mit einer gewissen Feuergefährlichkeit gerechnet werden muß, breitet sich die Wirbelstromheizung aus. Sie findet z. B. Verwendung bei Wirbelstromkesseln für Bitumenmasse[15]), als Wirbelstromheizungsverfahren für die Kabelindustrie[16]). Auch für Bügeleisen wird Wirbelstrom-Widerstandsheizung vorgeschlagen[17]). Die elektrisch geheizten Bleischmelzen für Kabelmantelpressen haben gegenüber den kohle-, gas- und ölgefeuerten Bädern mehr und mehr Eingang gefunden[18]).

Die Widerstandswerkstoffe der Gruppen NiCr, NiCrFe und FeCrAlSi wurden erheblich verbessert. Durch ganz geringe veredelnde Zusätze (z. B. Cer oder Kalzium) wurde die Lebensdauer bei hohen Temperaturen bedeutend verbessert[19]). Die Kunstharze fanden als Folge ihrer guten elektrisch- und wärmeisolierenden Eigenschaften auf dem Gebiete der Elektrowärme hauptsächlich bei kleineren Geräten eine noch größere Verwendung als im Vorjahre[20]).

[1]) Elektrowärme 7 (1937) S. 91.
[2]) ETZ 57 (1936) S. 1032.
[3]) Elektrowärme 6 (1936) S. 267.
[4]) ETZ 57 (1936) S. 1145.
[5]) Elektrowärme 7 (1937) S. 91.
[6]) Elektrowärme 7 (1937) S. 92.
[7]) ETZ 57 (1936) S. 941.
[8]) ETZ 58 (1937) H. 15, S. 401.
[9]) Elektrowärme 6 (1936) S. 172.
[10]) Elektrowärme 6 (1936) S. 342.
[11]) Elektrowärme 6 (1936) S. 265.
[12]) ETZ 57 (1936) S. 942.
[13]) ETZ 57 (1936) S. 941.
[14]) Helios, Lpz. 42 (1936) S. 1323.
[15]) ETZ 58 (1937) H. 8, S. 228.
[16]) Helios 42 (1936) S. 731.
[17]) Elektrowärme 7 (1937) S. 77.
[18]) Elektrowärme 6 (1936) S. 336.
[19]) ETZ 58 (1937) H. 18, S. 478.
[20]) ETZ 58 (1937) H. 15, S. 398.

Digitized by Google

Lichttechnik.

621. 32 + 628. 9

Leuchttechnik.

a) Lichterzeugung.

In der Glühlampentechnik sind weitere Fortschritte zu verzeichnen. Die Kryptonlampe, ebenfalls eine doppelgewendelte Lampe, weist dank schlechter wärmeleitender Kryptongasfüllung eine um rd. 10 % gegenüber der D-Lampe höhere Lichtausbeute auf[1]). Gleichzeitig zeichnet sie sich durch eine weißlichere Lichtfarbe und kleine Abmessungen aus. — Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit der Beleuchtung mit Niederspannungslampen wurde von neuem aufgegriffen[2]). Auf dem Gebiete der Sonderlampen ist ein bemerkenswerter Lampentyp für physikalische Messungen entwickelt worden. Diese Lampe, bei der die Wolframwendel mit Wasserstoff umspült und die für Leistungen von 1 bis 5 kW (bei Wasserkühlung bis zu 10 kW) gebaut wird, eignet sich, infolge ihrer hohen Intensität sowohl im sichtbaren als auch im UV-Gebiet, besonders für biologische und phototechnische Arbeiten[3]).

Bogenlampen finden nach wie vor auf verschiedenen Gebieten der Lichttechnik weitere Verwendung. So ist in der letzten Zeit ein selbsttätiger Kohlennachschub durch ein Relais mit Thermoregler, der besonders bei den Kinovorführungen verwendet werden soll, entwickelt worden[4]). — In der Lichttherapie erfreut sich die Bogenlampe neben der Quecksilberdampflampe infolge ihres sonnenähnlichen Spektrums immer größerer Beliebtheit. Sie wurde einer eingehenden lichttherapeutischen Untersuchung unterzogen und durch Vergrößerung der Austrittsöffnung in der Brennkammer eine Vergrößerung der nutzbaren Strahlung erzielt[5]). — Auch für Lichtpaus- und Kopierzwecke[6])[7]) wurden neue Bogenlampentypen mit übereinander angeordneten und im stumpfen Winkel zueinander stehenden Kohlen, auch in Ellipsoidreflektoren[8]), entwickelt.

Der äußere und innere Aufbau der Gasentladungslampen erfuhr weitere Vervollkommnung. Die Natriumdampflampen wurden in neuer Form, auch einseitig gesockelt und ohne Heizung, herausgebracht[9])[10]). — Dasselbe gilt für die Quecksilberdampflampen, die jetzt für etwa 75 W mit dem Sockel E 27 und innenmattiertem Glaskolben gebaut werden. Die Lichtausbeute von etwa 40 Hlm/W wurde durch Erhöhung des Druckes erreicht[11]). Im Laboratorium sind bisher Höchstdrucklampen mit 50 bis 200 at Druck und Leuchtdichten bis ungefähr 200 000 sb entwickelt worden[12])[13]). Durch den hohen Druck werden sowohl die Lichtausbeute als auch die Lichtfarbe verbessert[14])[15]). Eine Quecksilberdampflampe mit einem Druck von 20 at scheint sich für den praktischen Gebrauch zu bewähren[16])[17]). — Die Zündvorgänge in der Gasentladungssäule wurden untersucht[18]). — Auch auf den lichttechnischen Grenzgebieten, z. B. in der Lichttherapie, bei der Entkeimung von Trinkwasser oder Milch, bei der Entmuffung von Getreide, bei der Vitaminisierung von Nahrungsmitteln, ferner zum Bleichen, zur beschleunigten Lichtechtheitsprüfung[19]), zur künstlichen Alterung von Lacken findet das in der Quecksilberdampflampe enthaltene Ultraviolett Anwendung[20]). — Um die Lichtfarbe und die Lichtausbeute der Gasentladungslampen zu verbessern, wurde die Anwendung von fluoreszierenden und phosphoreszierenden Stoffen weiter gefördert[21]) bis[24]). Sowohl bei den Hochdruck- (für Allgemeinbeleuchtung) als auch bei den Niederdruck-Gasentladungslampen (für die Reklamebeleuchtung) sind praktische, wohlbeachtliche Ergebnisse erzielt worden[25]). Besonders beachtenswerte Fortschritte hat die Anwendung der Luminophore bei der Neonentladung gezeigt[26])[27]).

b) Geleuchte.

Um die neuentwickelten Gasentladungslampen in immer stärkerem Grade praktisch verwerten zu können, war es notwendig, auch hierfür passende Geleuchte zu schaffen. Die unsymmetrische Lichtverteilung der Gasentladungslampen wurde durch Anwendung von Parabel-, Ellipsenspiegel oder deren Kombination, die auch bei Glühlampen Verwendung finden[28]) bis[30]), für die unsymmetrischen Straßengeleuchte mit Erfolg ausgenutzt[31]) bis[33]). — Auch die Mischlichtgeleuchte wurden weiter entwickelt[34]).

Beleuchtungstechnik.

Im vergangenen Jahr wurde die Aktion „Gutes Licht — gute Arbeit“ ihres Erfolges wegen wiederholt. Diese Aktion hat im Schrifttum einen bemerkenswerten Niederschlag gefunden. Die Bedeutung des Lichtes auf den verschiedenen Gebieten wurde dabei besonders deutlich[35]) bis[48]).

Der immer mehr zunehmende Straßenverkehr erfordert weitere Verbesserungen der Verkehrsbeleuchtung. Forschungsergebnisse mit diesem Ziel liegen zahlreich vor[49]) bis[52]). — Die wirtschaftlichen Natriumdampflampen erlauben neuerdings Straßenunterführungen auch bei Tage mit genügend hoher Beleuchtungsstärke zu beleuchten[53])[54]). Auch im Auslande findet diese Beleuchtungsart immer mehr Verwendung[55]).

---

1) W. Köhler, Licht u. Lampe 25 (1936) S. 625. W. Berger, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 46.
2) W. Zimmermann, Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 79.
3) H. Klumb u. R. Odenwald, ETZ 57 (1936) S. 924.
4) A. D. Jotzoff, Kinotechn. 18 (1936) S. 3.
5) R. G. Weigel u. O. H. Knoll, Licht 6 (1936) S. 57, 99.
6) ETZ 57 (1936) S. 393.
7) Kandem-Mschr. (1936) H. 1, S. 3.
8) ETZ 58 (1937) H. 5, S. 126.
9) H. Lingenfelser u. M. Reger, ETZ 57 (1936) S. 1347.
10) H. Ewest, Licht 6 (1936) S. 243.
11) Pintsch-Druckschrift M 13.
12) H. Ewest, ETZ 57 (1936) S. 897; VDE-Fachber. 8 (1936) S. 115.
13) Z. techn. Phys. 17 (1936) S. 61.
14) G. Heller, Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 2.
15) Z. VDI. 80 (1936) S. 1513.
16) G. Heller, Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 129.
17) Lux, Rev. écl., Paris 9 (1936) S. 61.
18) M. Steenbeck, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) S. 32.
19) J. F. H. Custers, Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 277.
20) E. Lauster, ETZ 57 (1936) S. 898; VDE-Fachber. 8 (1936) S. 121.
21) Licht u. Lampe 25 (1936) S. 239.
22) A. Kutzelnigg, Licht u. Lampe 25 (1936) S. 629.
23) N. Riehl u. P. M. Wolf, Licht 6 (1936) S. 41.
24) H. Fischer, Z. techn. Phys. 17 (1936) S. 337.
25) L. J. Buttolph u. L. B. Johnson, Trans. Illum. Engng. Soc. 31 (1936) S. 21.
26) A. Rüttenauer, Licht 7 (1937) S. 1.
27) ETZ 58 (1937) H. 7, S. 178.
28) J. Kraatz, Licht u. Lampe 25 (1936) S. 217.
29) E. Weiße, Licht u. Lampe 25 (1936) S. 25.
30) P. Froger, Lux, Amst. 9 (1936) S. 31.
31) A. Pahl, Licht 6 (1936) S. 27.
32) A. Stege, Licht 6 (1936) S. 211.
33) Licht u. Lampe 25 (1936) S. 240.
34) H. Groher, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 221.
35) R. G. Weigel, ETZ 57 (1936) S. 535.
36) R. G. Weigel u. O. H. Knoll, NS Monatsh. Techn. 2 (1936) S. 205.
37) R. G. Weigel, Licht 6 (1936) S. 161.
38) R. G. Weigel, Licht 6 (1936) S. 7.
39) H. Steinwarz, Licht 6 (1936) S. 25.
40) H. Steinwarz, Licht 6 (1936) S. 168.
41) H. Steinwarz, Licht 6 (1937) S. 70.
42) J. Schaer, Licht 6 (1936) S. 175.
43) W. Meisner, Licht 6 (1936) S. 195.
44) M. Quasebarth, Licht 6 (1936) S. 170.
45) L. Donderski u. W. Kircher, Licht 6 (1936) S. 178.
46) Kandem-Mschr. (1936) S. 3.
47) W. Schmidt, Licht 6 (1936) S. 111.
48) Licht u. Lampe 26 (1937) S. 201.
49) B. Seeger, Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 473.
50) M. Cohu, Lux. 10 (1937) S. 3.
51) K. M. Reid u. H. J. Chanon, Trans. Illum. Engng. Soc. 31 (1936) S. 119.
52) A. J. Sweet, Trans. Illum. Engng. Soc. 5 (1936) S. 481 und ETZ 57 (1936) S. 1325.
53) E. Rothe, Licht 6 (1936) S. 249.
54) G. Lang, Licht 6 (1936) S. 135.
55) B. Seeger, Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 464.

Digitized by Google

— Die neuerdings für die Verkehrsbeleuchtung[56] bis [66] wichtige Blendungsfrage[67][68], besonders die Frage der Blendung durch Kraftfahrzeugscheinwerfer, wurde in der letzten Zeit eingehend erörtert. Zur Vermeidung dieser Blendung wurden neue konstruktive Verbesserungen am Scheinwerfer selbst vorgenommen; außerdem wurde die Anwendbarkeit der Polarisation erörtert und untersucht[69] bis [71]. — Auch die Luftschutzbeleuchtung wurde im letzten Jahr einer kritischen Betrachtung unterzogen, und auf Grund dieser Erkenntnisse wurden praktische Versuchsanlagen geschaffen[72][73]. In diesem Zusammenhang sei auch auf die neuzeitlichen lichttechnischen Anlagen bei Flughäfen aufmerksam gemacht[74]. — Die Forderung nach der zeitlichen Gleichmäßigkeit der Beleuchtung findet immer mehr Beachtung[75][76].

Auf den Sondergebieten der Beleuchtungstechnik sind besonders die lichtbiologischen Untersuchungen über Wachstumsbeeinflussung der Pflanzen bei verschiedenartigem Licht[77][78], ferner diejenigen über die Beeinflussung der Legetätigkeit der Hühner bemerkenswert[79]. Die Lichttechnik in der Lichtbildprojektion[80][81] und in der Kino- und Phototechnik[82] bis [84] wurde eingehend untersucht und grundsätzliche Erkenntnisse gewonnen.

Lichtmessung.

Die gegenwärtige Photometrie[85] beschäftigt sich, soweit es sich um die subjektive Photometrie handelt, in der Hauptsache erneut mit der spektralen Hellempfindlichkeit des Auges[86] bis [89], ferner mit den photometrischen Meßverfahren bei verschiedenfarbigen Lichtern, insbesondere bei den Metalldampflampen[90], und mit der rechnerischen Lichtstromerfassung der linearen Lichtquellen[91]. — Die Messung und Bewertung von Farben wurde weiter entwickelt[92] bis [94]. — Die objektive Photometrie, die selbstverständlich nach wie vor in ständiger Entwicklung[95] begriffen ist, findet, sowohl draußen in der Praxis[96] bis [97] als auch im Laboratorium[98], in immer stärkerem Grade Eingang. — Nach wie vor nimmt die Sperrschichtzelle eine gesonderte Stellung ein [99] bis [101]. Sie wird auch mit Filtern zur Angleichung ihrer Empfindlichkeit an die des Auges vereinigt[102][103]. — Untersuchungen über den Aufbau der lichtelektrischen Zellen für die objektive Photometrie sind im Gange[104] bis [106]. — Auch die periodischen Lichtemissionsvorgänge werden neuerdings mit Hilfe der objektiven Lichtmeßmethoden erfaßt[107].

Physiologische Optik.

Die Bedeutung der physiologischen Optik für die Lichttechnik wird immer mehr erkannt. Die neuerdings gewonnenen Ergebnisse der Forschung über die Adaptationszeiten[108], über die Abhängigkeit der Sehfunktion von der Helligkeit[109], über die Tiefenwahrnehmung[110], über die Sichtverhältnisse bei völlig oder teilweise monochromatischem Licht[111][112] sind von unmittelbarer Bedeutung für die praktische Beleuchtungstechnik.

56) P. J. Bouma, Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 142, 166, 215, 225
57) R. Sewig, Licht 6 (1936) S. 15.
58) W. Heller, Licht 6 (1936) S. 131.
59) O. Höpcke, Licht 6 (1936) S. 150; VDE-Fachber. 7 (1935) S. 123. E. Ellspermann, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 125.
60) F. Born, ETZ 58 (1937) H. 7, S. 169; VDE-Fachber. 8 (1936) S. 114.
61) M. Haase, Zeiss-Nachr. 2 (1936) S. 55.
62) Dtsch. Techn. 4 (1936) S. 136.
63) H. Lossagk, Licht 6 (1936) S. 101.
64) A. C. S. van Hel, Licht 6 (1936) S. 261.
65) K. M. Reid u. H. J. Chanon, Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 187.
66) A. Droege, Licht u. Lampe 25 (1936) S. 496.
67) R. G. Weigel u. O. H. Knoll, Licht 6 (1936) S. 157.
68) R. G. Weigel u. O. H. Knoll, Licht 7 (1937) S. 17.
69) R. G. Weigel u. O. H. Knoll, Licht 7 (1937) S. 33.
70) O. H. Knoll, NS Monatsh. Techn. 2 (1936) S. 235.
71) W. Heller, Licht 7 (1937) S. 87.
72) F. Seidel, ETZ 57 (1936) S. 1225.
73) E. Rebske, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 75.
74) W. Wegener, ETZ 58 (1937) H. 6, S. 146.
75) H. Anschütz, ETZ 58 (1937) H. 16, S. 433.
76) W. Werdenberg, ETZ 57 (1936) H. 6, S. 157.
77) R. G. Weigel u. O. H. Knoll, Licht 6 (1936) S. 219 und NS Monatsh. Techn. 3 (1937) S. 26.
78) J. W. M. Roodenburg und G. Zecher, Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 193.
79) F. Ringwald, Elektrizitätsverw. 10 (1936) S. 265.
80) K. F. Zimmermann, Licht 6 (1936) S. 58.
81) O. Reeb, Licht 7 (1937) S. 21.
82) H. G. Frühling und K. Vogl, Licht 7 (1937) S. 39.
83) F. T. Bowditch u. A. C. Downes, Kinotechn. 18 (1936) S. 10.
84) Kinotechn. 18 (1936) S. 241.
85) ETZ 57 (1936) S. 1320.
86) W. Arndt, Licht 6 (1936) S. 75.
87) A. Dresler, Licht 7 (1937) S. 81.
88) N. T. Fedorov u. V. I. Fedorova, ETZ 58 (1937) H. 2, S. 44.
89) E. Elvegard, Licht 6 (1936) S. 145.
90) G. Heller, Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 120.
91) A. A. Wohlauer, Trans. Illum. Engng. Soc. 31 (1936) S. 694.
92) M. Richter, Licht 6 (1936) S. 69 u. S. 223.
93) A. Klughardt u. M. Richter, Licht 6 (1936) S. 144.
94) A. Dresler, Licht 6 (1936) S. 61 u. ETZ 57 (1936) S. 531.
95) P. Görlich und H. Sauer, ETZ 57 (1936) S. 1474.
96) ETZ 57 (1936) S. 1117.
97) M. Klare, Licht u. Lampe 26 (1937) S. 181.
98) Licht u. Lampe 25 (1936) S. 77.
99) O. H. Knoll, Dissertation T. H. Karlsruhe 1936, Südwestdruck.
100) W. Kluge, ETZ 57 (1936) S. 145.
101) E. Evert, Phys. Z. 37 (1936) S. 129.
102) J. Rieck, ETZ 57 (1936) S. 810. O. H. Knoll, Diss. T. H. Karlsruhe 1936, Südwestdruck.
103) M. E. Fogle, Trans. Illum. Engng. Soc. 31 (1936) S. 773.
104) P. Görlich u. H. Sauer, ETZ 57 (1936) S. 1474; Z. Instrumentenkde. 46 (1936) S. 423.
105) F. Waibel, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) S. 75.
106) L. Bergmann u. J. Hänsler, ETZ 57 (1936) S. 1189.
107) H. Köllner, Licht 7 (1937) S. 55.
108) H. Lossagk, Licht 6 (1936) S. 126.
109) E. M. Lowry, Kinotechn. 18 (1936) S. 191.
110) W. Samsonova, Licht 6 (1936) S. 95.
111) P. J. Bouma, Philips techn. Rdsch. 1 (1936) S. 282.
112) M. Luckiesh u. F. K. Moss, Trans. Illum. Engng. Soc. 31 (1936) S. 655.

Elektrisches Nachrichtenwesen.

Telegraphie. 621. 394

Die Fernschreibmaschine hat auf Grund der Betriebserfahrungen der letzten Jahre verschiedene Verbesserungen erhalten, u. a. Vergütung und günstigere Formgebung stark beanspruchter Einzelteile, Herabsetzung der Sendeverzerrung, Verbesserung der Geschwindigkeitsregelung und leichte Zugänglichkeit der Teile. Damit hat dieses Gerät nunmehr eine Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit erreicht, die den größten Anforderungen von seiten der Fernschreibteilnehmer und des Betriebes gerecht werden. Entsprechend den Wünschen auf gute Leitungsausnutzung und Vermeiden von Umtelegraphierungen sind Lochstreifengeräte — Handlocher, Lochstreifensender, Empfangslocher — herausgebracht, deren Bauelemente weitgehend den entsprechenden der Fernschreibmaschine gleichen. Auch ist an diese selbst ein Empfangslocher angebaut, der von dem Empfangswählschienen betätigt wird und somit die gleichzeitige Aufnahme eines Fernschreibens in Schrift und Lochstreifen ermöglicht und die Übereinstimmung dieser beiden unbedingt sicherstellt.

Zum Telegraphieren auf große Entfernungen (1000 km und mehr) über die gewöhnlichen Telegraphenleitungen, bei denen die Verzerrung für ein sicheres Arbeiten zu groß werden würde, sind entzerrende Übertrager entwickelt worden. Für das regelmäßige Prüfen der Leitungen sind Wechselsendemaschinen und Verzerrungsmesser in verbesserter Ausführung herausgebracht.

Ein neues Empfangsrelais mit Ankerfederlagerung wurde eingeführt, das sich durch prellungsarme Kontaktgabe auszeichnet und die Forderung nach verzerrungsfreier Zeichenwiedergabe und möglichster Wartungsfreiheit in weitgehendem Maße erfüllt.

Das öffentliche Fernschreibnetz (TW-Betrieb) ist durch die Inbetriebnahme der Ämter Kiel, München und Nürnberg erweitert worden und umfaßt nunmehr 11 Ämter mit über 300 Teilnehmern (Abb. 1). Die Küstenfunkstellen

Digitized by Google

Elbe-Weser-Radio und Rügen-Radio erhielten Anschluß an das TW-Netz und nehmen wie Norddeich-Radio ebenfalls unmittelbar Telegramme an Schiffe in See an. Neben Dänemark, den Niederlanden und der Schweiz ist nunmehr seit 1. 4. 1937 auch Großbritannien in den Fernschreibverkehr mit Deutschland einbezogen. Die Gesamtzahl der damit am europäischen Fernschreibnetz angeschlossenen Teilnehmer beträgt rd. 800. In Vorbereitung befindet sich die Betriebsaufnahme mit Belgien, Polen und der Tschechoslowakei.

Das Bildtelegraphennetz wurde durch die Bildstellen Breslau und Königsberg erweitert und der Betrieb mit Polen und der Tschechoslowakei neu aufgenommen. Die Bildfunktelegraphie wurde verbessert und hatte besonders während der Olympischen Spiele nach Buenos Aires, New York und Tokio gute Erfolge. In der Berechnung der Bildgebühren ist eine Vereinfachung eingetreten. Es

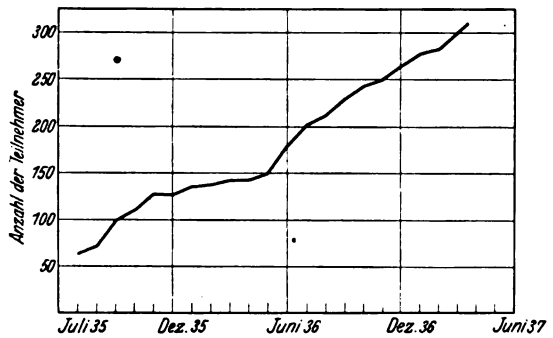


Abb. 1. Entwicklung des deutschen Fernschreibnetzes.

gibt nur noch zwei Gebührenstufen, Gebührenstufe I bis 120 cm² und Gebührenstufe II bis 234 cm² Bildfläche. Die Gebühr beträgt z. B. innerhalb Deutschlands in der Stufe I 3 RM und in der Stufe II 4 RM.

Für Großveranstaltungen ist ein fahrbares Telegraphenamt gebaut worden mit einer Betriebsstelle von vier Springschreibern, einer Bildstelle mit drei Bildsendern, drei öffentlichen Sprechstellen und einer öffentlichen Fernschreibstelle.

Im Sinne der zwischenstaatlichen Zusammenarbeit fand vom 19. bis 26. 10. 1936 die V. Tagung des CCIT in Warschau statt, an der auch Vertreter der DRP und der deutschen Industrie teilnahmen. U. a. wurden folgende Fragen behandelt: Verzerrung der Telegraphierzeichen, Unsymmetrie der Differentialrelais, Trägerfrequenz und Eingangsleistung der Eintontelegraphie, Übertragung halbgetönter Bilder auf Funkwegen, Starkstrombeeinflussung und Vereinigung der Beeinflussungsleitsätze des CCIT mit denen des CCIF, Teilnehmer-Fernschreibverkehr und Gebührengestaltung für Telegramme in verabredeter Sprache.

Fernsprechwesen 621. 395

Auf dem Gebiet der Übertragungstechnik wird beim weiteren Ausbau und bei der Umgestaltung des Fernkabelnetzes die für die Übertragungsgüte gegenüber der Zweidrahtform günstigere Vierdrahtform der Fernleitungen besonders bevorzugt werden, so daß künftig die Zweidrahtform — höchstens mit einem Zwischenverstärker — nur noch in den kürzeren Fernleitungen des Zubringernetzes zu finden sein wird. Die in diesem Sinne in die Wege geleiteten Maßnahmen werden nach und nach im Fernsprech-Fernverkehr eine nicht unwesentliche Steigerung der Übertragungsgüte zur Folge haben. So werden beispielsweise zunächst die zwischen den großen Verkehrszentren im Reich vorgesehenen Verbindungswege künftig nur noch als Bündel in Vierdrahtschaltung betrieben werden. Erleichtert wird diese Entwicklung durch den weitgehenden Übergang zum Trägerbetrieb, worüber noch weitere Ausführungen folgen.

Durch den in der Fernkabel-Verstärkertechnik bereits im großen Umfange vorgenommenen Übergang von der starren zur veränderlichen Entzerrung haben sich wesentliche übertragungstechnische Verbesserungen und im Betriebe erhebliche Vereinfachungen erreichen lassen. Nach Einführung der Allverstärker, die sowohl als Zwischenverstärker als auch als Endsätze in Zweidraht- wie in Vierdrahtleitungen betrieben werden können, konnte die Zahl der Verstärkerarten stark eingeschränkt werden.

An Stelle der zur Herstellung von Durchgangsverbindungen in Fernämtern bisher allgemein angewendeten Schnurverstärker wurde im Fernamt Rostock erstmalig eine Anlage mit Endverstärkerbetrieb mit gutem Erfolg in Betrieb genommen, weitere solche Ämter folgen.

Auf verschiedenen Fernkabelstrecken konnten leicht belastete Stromkreise mit einem zusätzlichen Trägerstromkanal (*L*-System) in Betrieb genommen werden. Mit Versuchen zur Erprobung des *S*-Systems mit drei Trägerstromkanälen auf Leitungen besonders leichter Belastung ist kürzlich begonnen worden. Eine umfangreiche Anwendung der Mehrfachausnützung wurde erst durch den Bau von Breitbandkabeln ermöglicht, die neben den Fernsehdarbietungen gleichzeitig eine Übertragung bis zu 200 Sprechkanälen auf einer Leitung gestatten. Die Versuche stehen vor dem Abschluß, so daß demnächst mit der betriebsmäßigen Erprobung solcher Verbindungen begonnen werden kann. Daneben wird die Mehrfachausnützung induktiv nicht belasteter, papierisolierter Kabelleitungen mit 15 Sprechwegen je Leitung eine gewisse Bedeutung erlangen.

Im Zusammenhang mit der Einführung des Trägerbetriebs hat die Echosperrenentwicklung im letzten Jahre neue Wege gehen müssen. An Stelle der in der Mitte der Leitungen eingeschalteten, durch niederfrequente Sprechströme betätigten Echosperrrensätze werden im Trägerbetrieb die Echosperren (Gabelechosperren) den Endgeräten zugeordnet werden.

Zur Einsparung ausländischer Rohstoffe, insbesondere des Bleis und Kupfers in der Kabeltechnik, sind für den Kabelaufbau neue Gesichtspunkte aufgestellt worden. Ebenso werden im Apparat- und Gerätebau heimische Werkstoffe in zunehmendem Maße bevorzugt.

Die selbsttätige Zeitansage hat in Teilnehmerkreisen allgemein großen Zuspruch gefunden, so daß ständig neue Ortsnetze angeschlossen werden. Mit Lissabon und Schanghai wurde ein Fernsprechversuchsbetrieb auf Kurzwellen aufgenommen.

Funkwesen. 621. 396

Die funktechnischen Aufgaben des vergangenen Jahres waren — wie in allen übrigen Betriebszweigen des Fernmeldewesens — scharf auf die erhöhten Anforderungen der „XI. Olympiade, Berlin 1936" ausgerichtet. Die Berichterstattung und der starke Auslandsfremdenverkehr beanspruchten ein über die bisherigen Maße hinaus leistungsfähiges Funk- und Rundfunknetz. Im Rundfunk waren die Arbeiten zur Erhöhung der Leistung auf 120 kW bei allen Großsendern und zur Einführung nahschwundfreier Antennen schon im Frühjahr 1936 abgeschlossen. Im Sommer 1936 wurden neue Kurzwellensender für den deutschen Kurzwellenrundfunk und den Internationalen Programmaustauschdienst der Reichsrundfunkgesellschaft in Betrieb genommen und erstmalig mit großem Erfolg aus Anlaß der Olympischen Spiele eingesetzt. Ein neuer Rundfunksender ist in Reichenbach im Bau; er wird noch in diesem Sommer eröffnet werden. Zur Sicherung der Antennenanlagen gegen Feuersgefahr sind bei den Großrundfunksendern steinerne Abstimmhäuser errichtet worden. Die Rundfunksender erhielten Klirrfaktormeßeinrichtungen, um es dem Betriebspersonal zu ermöglichen, Abweichungen, die zu nichtlinearen Verzerrungen führen, rechtzeitig zu erkennen und abzustellen. Ferner wurden Maßnahmen getroffen, die früheren stimmgabelgesteuerten Gleichwellensysteme durch quarz-

Digitized by Google

gesteuerte zu ersetzen, wodurch die Betriebssicherheit, Störungsfreiheit und Genauigkeit der Frequenzeinhaltung verbessert wird. Der Rundfunkentstörungsdienst wurde durch den Einsatz von zahlreichen neuen Entstörungskraftwagen, Störsuch- und Störmeßgeräten beweglicher und leistungsfähiger gemacht.

Die technischen Einrichtungen bei den Küstenfunkstellen sind durch Inbetriebnahme neuzeitlicher Kurzwellenempfänger und durch Verbesserung der Modulationsgeräte der Funksprechsender weiter vervollkommnet worden. Zur Verbesserung des Seefunkdienstes in der Ostsee wurde in Pillau eine neue, zunächst behelfsmäßige Küstenfunkstelle eröffnet, die weiter ausgebaut werden wird.

Im Auslandsfunkverkehr betreibt das Reich ständig 16 unmittelbare Funktelegraphenverbindungen mit europäischen Ländern und gleichfalls 16 unmittelbare Verbindungen mit außereuropäischen Ländern. Für die Aufnahme des Funkfernsprechverkehrs mit New York wurden die Vorarbeiten in Angriff genommen. Auch der Funksprechdienst mit Schiffen in See hat wesentliche Erweiterungen erfahren. Seit Juni 1936 können Gespräche zwischen deutschen Schiffen und Fernsprechteilnehmern in Brasilien geführt werden. Der Weg geht über Norddeich Radio und die Funkverbindung Berlin–Rio de Janeiro. Fahrgäste auf der Schiffsreise nach Ostasien können Funkgespräche mit Teilnehmern in Deutschland über die niederländisch-indische Funkstelle Bandoeng und die Funkverbindung Bandoeng – Amsterdam führen. Im Februar dieses Jahres wurde auch der Funksprechverkehr zwischen einem japanischen Schiff und Teilnehmern in Deutschland über London – New York – San Francisco zugelassen. Die mit den großen deutschen Ozeanschiffen „Bremen" und „Europa" geführten Seefunkgespräche werden neuerdings durch eine „Sprachwende" bei der Hauptfunkstelle Norddeich für das Mithören durch Unbefugte unverständlich gemacht.

Zur planvollen Durchführung grundlegender Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiete des Funk- und Fernmeldewesens — hauptsächlich des Fernsehens — und verwandter Gebiete ist Anfang dieses Jahres die Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost gegründet worden, die ihren Sitz vorläufig noch in den Räumen des Reichspostzentralamts in Berlin-Tempelhof hat.

Fernsehen. 621. 397. 5

Bildfeldzerleger auf elektronischer Grundlage wurden erstmalig während der olympischen Spiele im praktischen Betrieb erprobt. Mittels Bildfänger, die nach dem Speicherprinzip arbeiten, wie auch mittels Bildfänger, in denen die Dichte des lichtelektrischen Stromes in seinen örtlichen und zeitlichen Schwankungen durch Sonden ermittelt und übertragen wird, wurden die Geschehnisse auf dem Reichssportfeld aufgenommen und in Stromimpulse umgewandelt. Nach Verstärkung wurden diese über ein Breitbandkabel dem Ultrakurzwellensender Witzleben zugeführt und dort zur Modulation der Hochfrequenzschwingungen benutzt. Die Empfindlichkeit dieser elektronischen Bildfeldzerleger ist noch etwas geringer als die der Bildfeldzerlegung unter Benutzung des Zwischenfilmverfahrens, das sich bei den Fernsehübertragungen vom Reichssportfeld gleichfalls sehr gut bewährte. Die Anzahl der öffentlichen Fernsehstellen wurde erheblich vermehrt. Mit der Einführung und Erprobung von Großbildstellen (unter Verwendung von Projektionsempfängerröhren mit vorgesetzter Optik, Bildgröße $1 \times 1{,}20$ m) wurde begonnen. Untersuchungen ergaben, daß gewöhnliche Fernsprechkabel auf kurze Entfernungen (einige Kilometer) die Übertragung von Fernsehsendungen gestatten. An der Entwicklung neuer Aufnahmegeräte für höherzeilige Bilder wurde mit Erfolg gearbeitet. Die neue Fernsehnorm wurde von der Deutschen Reichspost festgelegt: 441 Zeilen, 50 Rasterbilder sekundlich, Zeilensprungverfahren (150 000 Bildpunkte). Derartige Fernsehbilder wurden auf der Funkausstellung vorgeführt. Mit Rücksicht auf den späteren Programmbetrieb wurde angestrebt, auch die Filmübertragung mittels Bildfänger nach dem Speicherverfahren vorzunehmen. Die Einführung der elektronischen Bildfänger wurde wesentlich erleichtert durch die gleichzeitige Entwicklung von lichtelektrischen Zellen mit Sekundärelektronenverstärkung.

Beeinflussung von Fernmeldeanlagen durch Starkstromleitungen. 621. 3. 013. 7

1. Allgemeines. Untersuchungen von Schwenkhagen über die Verzerrung von Wanderwellen auf Hochspannungsleitungen durch die Kapazität der Isolatoren haben gezeigt, daß in benachbarten Leitungen Wellen von unerwartet hoher Spannung mitlaufen[1]). Dieser Umstand wird bei der Untersuchung von Näherungen vielleicht berücksichtigt werden müssen.

Die Formeln für die Gegeninduktivität von Leitungen hat Buchholz auf neuem Wege abgeleitet und erweitert[2]). Die in die Berechnung eingehende mittlere Leitfähigkeit des Erdreichs kann durch Messungen ermittelt werden, für die Collard ein einfaches Verfahren angegeben hat[3]). Häufig kann sie auch mit ausreichender Genauigkeit angegeben werden, wenn der geologische Aufbau bekannt ist; die Zusammenhänge, auch mit dem Alter der Schichten, sind eingehend untersucht worden[4]). Bei geschichtetem Erdreich kann die mittlere Leitfähigkeit aus Kurven von Radley und Josephs abgelesen werden, wenn die Dicke der oberen Schicht und die Leitfähigkeiten beider Schichten bekannt sind[5]).

2. Schutzwirkung des Kabelmantels. Längs elektrischer Vollbahnen sind zahlreiche Kabel mit besonderem Aufbau von Mantel und Bewehrung verlegt, deren Schutzfaktoren Dobmaier zusammengestellt hat[6]). Die Bandeisenbewehrung kann in glühendem Zustande aufgebracht werden und bleibt dann mechanisch spannungsfrei; dadurch wird hohe Permeabilität und guter Schutzfaktor erreicht[7]). Durch die Verwendung von Breitbandkabeln für Fernsprechen und Fernsehen ist die Schutzwirkung des Mantels bei Hochfrequenz von Bedeutung geworden[8]). Sie ist, wenn die Frequenz hoch genug ist, auch bei koaxialen Kabeln so gut, daß keine Beeinflussung zu befürchten ist; infolge der Hautwirkung fließen die Rückströme nur an der inneren Oberfläche des Mantels, die Fremdströme nur an der äußeren. Die Berechnungen sind durch Messungen bestätigt.

3. Oberschwingungen. Zur Untersuchung der Oberschwingungen einer Wechselspannung hat Linckh eine neue Brückenschaltung angegeben[9]). Zur Messung der Geräuschspannung [frequenzbewertet[10])] ist jetzt auch von Ericsson, Stockholm, ein objektives Gerät entwickelt worden[11]). In Amerika sind Filter zur unmittelbaren Messung von Störspannung und Störstrom entwickelt worden[12]). Jungmichl hat die Oberschwingungen in der von Gleichrichtern gelieferten Spannung unter Berücksichtigung von Aussteuerung und Überlappung berechnet und daraus die Störspannung abgeleitet[13]). Oehlen hat durch Messungen nachgewiesen, daß für die Zusammensetzung voneinander unabhängiger Leitungsgeräusche ein quadratisches Gesetz gilt[14]).

4. Tagungen. Auf den Tagungen des CCIF im Juni und des CCIT im Oktober 1936 wurden auch die Beeinflussungsleitsätze vervollständigt.

[1]) ETZ 58 (1937) H. 11, S. 303.
[2]) Elektr. Nachr.-Techn. 13 (1936) H. 12, S. 425.
[3]) J. Instn. electr. Engrs. 78 (1936) H. 469, S. 100.
[4]) R. H. Card, ETZ 57 (1936) H. 7, S. 181.
[5]) J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) H. 481, S. 99.
[6]) Elektr. Bahnen 12 (1936) H. 9, S. 234.
[7]) AEG-Mitt. (1937) H. 1, S. 30.
[8]) H. W. Droste, Telegr.-Fernspr.- u. Funktechn. 25 (1936) H. 6, S. 145. H. Buchholz, Elektr. Nachr.-Techn. 13 (1936) H. 9, S. 310. H. Oehlen, Hochfrequenztechn. 48 (1936) H. 6, S. 182. W. Wild, Hochfrequenztechn. 48 (1936) H. 6, S. 191.
[9]) ETZ 58 (1937) H. 14, S. 381.
[10]) ETZ 55 (1934) H. 26, S. 658.
[11]) Tekn. T. 66, (1936) H. 10, S. 170.
[12]) Barstow, Blye, Kent, Electr. Engng. 55 (1936) H. 7, S. 818.
[13]) ETZ 58 (1937) H. 16, S. 417.
[14]) ETZ 57 (1936) H. 18, S. 500.

Digitized by Google

Meßtechnik.

621. 317

Auf dem Gebiet der Meßtechnik sind seit dem letzten Bericht[1]) eine Reihe von Neuerungen, wenn auch nicht grundlegender Art, erschienen. Gantenbein[2]) beschreibt ein neues Ferraris-Meßwerk insbesondere für Relais, dessen Anker aus einer dünnwandigen Trommel aus elektrisch und magnetisch leitendem, gesintertem Eisen-Kupfer-Gemisch besteht. Das richtkraftlose T-Spulenmeßwerk hat durch Eggers[3]) eine Verbesserung erfahren, die eine weitgehende Anpassung an den Verwendungszweck (vorwiegend Temperaturmessung) ermöglicht. — Bei den Schalttafelgeräten hat sich das kleine quadratische Instrument weiter eingebürgert und ist durch einen neuen Typ[4]) bereichert worden, bei dem der in einer Ecke gelagerte Zeiger zur Erzielung einer möglichst langen Skala einen Quadrant bestreicht. Von den schreibenden Geräten sind Präzisionsfrequenzschreiber[5]) zu erwähnen für einen Meßbereich von 49,9 bis 50,1 bzw. 49,8 bis 50,2 Hz und ein Gerät[6]) zur laufenden Aufzeichnung der Querschnittsschwankungen dünner Drähte. — Küchler[7]) berichtet über einen Trockenspannungswandler für 60 kV von hoher Betriebssicherheit und Genauigkeit. Zur betriebsmäßigen Messung sehr hoher Spannungen wurde die Kondensatordurchführung[8]) als Spannungsteiler verbessert.

Die Meßeinrichtungen und Meßverfahren haben zahlreiche Neuerungen und Verbesserungen erfahren. Zur Messung sehr hoher Isolationswiderstände von Kondensatoren und dgl. hat Gönningen[9]) das Verfahren der Beobachtung der Entladezeit so durchgebildet, daß es sich auch für Betriebsmessungen eignet. Das Hochspannungsmeßverfahren mit Gleichrichtern (Haefely-Verfahren) wurde von Jakubowsky[10]) mit Glimmlicht-Gleichrichtern eingerichtet und dadurch wesentlich vereinfacht. Das von Hueter angegebene Kugelvoltmeter[11]) wurde für eine Effektivspannung bis 1000 kV gebaut. — Zur Messung (auch Fernmessung) von Relativbewegungen hat Schmieder[12]) einen Schlupfmeßmotor durchgebildet, der sich als Synchronisiergerät und zur Messung von Drehwinkeln und Längen verwenden läßt. — Bei der Fernmeßanlage eines ausgedehnten Hochspannungsnetzes[13]) wurde eine bemerkenswerte Ausnutzung der leitungsgerichteten Hochfrequenz-Trägerwelle (Impulsfrequenzverfahren) erreicht. Neben Fernsprecher und Streckenschutz werden noch acht Meßwerte störungsfrei übertragen. — Sauermann[14]) hat eine neue Brückenschaltung zur fehlerfreien Gleichstrom-Leistungsmessung mit handelsüblichen Meßgeräten angegeben, Linckh[15]) eine sinnreiche Brückenschaltung mit Resonanzkreis und Elektronenröhre zur Kurvenformmessung. W. Geyger[16]) beschreibt Wechselstrom-Meßbrücken mit Fremdabgleichung durch eine besondere Kompensationsschaltung. — Die selbsttätigen und schreibenden Kompensatoren wurden im Berichtsjahr besonders gefördert. W. Geyger gibt einen Kompensationsmeßverstärker[17]) an, mit dem es möglich ist, sehr kleine Ströme und Spannungen mit einem Tintenschreiber aufzuzeichnen; ferner einen Gleichstromkompensator[18]) mit selbsttätiger Abgleichung zur Messung kleiner EMK, einen neuen komplexen Wechselstromkompensator[19]) und einen Doppelkompensographen[20]), der nach dem bekannten Verfahren mit Röhrenverstärker und Zählermotoren arbeitet. — Der Kathodenstrahl-Oszillograph hat manche Vereinfachung und Verbesserung erfahren. Bigalke[21]), ebenso Holzer und Schwarz[22]) beschreiben Geräte zur gleichzeitigen Aufnahme mehrerer Größen. Ein neuer Polarkoordinaten-Elektronenstrahl-Oszillograph mit linearem Zeitmaßstab wurde von M. von Ardenne[23]) entwickelt.

Auf dem Gebiet der Zähler hat die Anwendung des Festmengen-Meßprinzips nach Ferrari zum Bau neuer Geräte Anlaß gegeben. Die „Dauerzähler" geben den Verbrauch einer abgemachten Festmenge in Abhängigkeit von der Zeit an. Näheres findet man in den Arbeiten von Ferrari[24]), Schwaiger[25]) und Borgquist[26]). Hauke[27]) hat einen Röhrenregler für Zählereichstationen, auch für Drehstrom, angegeben. Ein elektrolytischer Heberzähler mit selbsttätigem Rückgang in die Nullstellung nach 1000 kWh wird von O. Heinzelmann[28]) beschrieben.

[1]) ETZ 57 (1936) S. 787.
[2]) Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 27 (1936) S. 636.
[3]) AEG-Mitt. (1936) S. 372.
[4]) ETZ 58 (1937) H. 8, S. 223.
[5]) ETZ 57 (1936) S. 1259 u. 1337.
[6]) ETZ 57 (1936) S. 1423.
[7]) ETZ 58 (1937) H. 8, S. 203.
[8]) ETZ 58 (1937) H. 8, S. 217.
[9]) ETZ 58 (1937) H. 12, S. 316.
[10]) Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 430.
[11]) ETZ 56 (1935) S. 1319 u. Rdsch. techn. Arb. 16 (1936) Nr. 27, S. 4.
[12]) ETZ 58 (1937) H. 1, S. 5.
[13]) Siemens-Z. 17 (1937) S. 12.
[14]) ETZ 57 (1936) S. 1317.
[15]) Phys. Z. 38 (1937) S. 105.
[16]) Arch. techn. Messen (1936) J 921—11.
[17]) Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 1, S. 57.
[18]) Arch. techn. Messen, J 932—1 und 2.
[19]) Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 806.
[20]) Arch. techn. Messen (1936) J 94 — 7.
[21]) Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 1, S. 43.
[22]) Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 409.
[23]) Z. techn. Phys. 17 (1936) S. 660.
[24]) ETZ 57 (1936) S. 919.
[25]) ETZ 57 (1936) S. 1489.
[26]) ETZ 58 (1937) H. 17, S. 449.
[27]) ETZ 57 (1936) H. 30, S. 873.
[28]) VDE-Fachber. 8 (1936) S. 58.

Akkumulatoren.

621. 355

Die Entwicklung der Akkumulatorenindustrie im Berichtsjahr ist gekennzeichnet durch den Aufschwung der deutschen Wirtschaft und durch das Streben, deutsche Werkstoffe im Aufbau der Batterien zu verwenden. Im Prinzip ist an der Wirkungsweise der Akkumulatoren nichts geändert worden, denn die für die Kapazitätsleistung erforderlichen Elektrodenplatten bzw. die für die Einheit der Kapazität notwendige Menge Metall bzw. Metallverbindungen ist durch elektrochemische Gesetze festgelegt und kann nicht verändert werden. Das Verhältnis von wirksamen Metallverbindungen und Metall zur Stromableitung und Aufnahme dieser Metallverbindungen ist durch lange Praxis und Versuchsarbeit so festgelegt, daß ein Höchstmaß der Wirtschaftlichkeit in bezug auf Metallaufwand, Leistung und Lebensdauer gegeben ist. Die Bestrebungen, den Metallaufwand in bezug auf die erzielte Leistung auf ein möglichst günstiges Verhältnis abzustimmen, sind erfolgreich gewesen.

Dies ist besonders der Fall auf dem Gebiet der tragbaren Bleiakkumulatoren. Bei den Licht- und Anlasserbatterien für Kraftfahrzeuge konnte ein erheblich geringerer Aufwand an Blei und Bleiverbindungen dadurch er-

Digitized by Google

reicht werden, daß neuartige Scheider aus Glaswolle zur Plattentrennung zur Einführung gelangen. Trotz des geringeren Bleiaufwandes gewährleisten diese Scheider gleiche Leistung und unverkürzte Lebensdauer in Verbindung mit entsprechender Konstruktion der Platten. Gleichzeitig ermöglichen diese Scheider die Vermeidung der vielfach verwendeten gewellten Scheider aus gelochtem Hartgummi.

Das Ziel, Hartgummibauteile, wie Scheider, Gefäße und dergleichen durch geeignete andere Stoffe zu ersetzen, wird für bestimmte Akkumulatorentypen durch die neu entwickelten Kunstharze erreicht. Als Gefäßbaustoff hat sich besonders das Kunstharz „Mipolam" für tragbare Akkumulatoren gut bewährt. Gegenüber Zelluloid besitzt es beispielsweise den Vorzug der Unbrennbarkeit und einer besseren chemischen Beständigkeit, wobei es eine gute mechanische Festigkeit und Durchsichtigkeit hat, so daß eine weitere Einführung dieses Stoffes für bestimmte Akkumulatorentypen vorauszusagen ist. Vielfach wird auch heute schon an Stelle von Hartgummi Buna verwendet.

Im Hinblick auf die zunehmende Beliebtheit von Kofferempfängern und sonstigen tragbaren elektrischen Geräten wurden kippsichere Akkumulatoren entwickelt, die in allen Lagen säuredicht sind.

Akkumulatoren für Elektro-Lastfahrzeuge wurden in steigendem Maße hergestellt. Für Elektrokarren, die in explosionsgefährdeten Räumen laufen, waren entsprechende Neukonstruktionen notwendig. Die Industrie hat durch den Aufschwung der Wirtschaft erhebliche Neuanschaffungen an elektrischen Lokomotiven für Mehrkraftantrieb gemacht, ebenso wie die Reichsbahn ihr Interesse durch Neubeschaffung von 20 Speicherlokomotiven zeigte. Der Bergbau beschaffte Verbundmaschinen mit Oberleitungs- und Akkumulatorenantrieb für Schlagwettergebiete. Ebenfalls werden im Erzbergbau Akkumulatorlokomotiven in größerem Maße eingesetzt. Schließlich hat das schon früher erwähnte Interesse für den elektrischen Bootsbetrieb durch weitere Bestellungen zugenommen.

Neukonstruktionen auf dem Gebiet der ortsfesten Bleiakkumulatoren sind im Berichtsjahr nicht herausgekommen. Die technische Entwicklung hat im Laufe der Zeit für ortsfeste Akkumulatoren zur fast allgemeinen Anwendung einheitlicher Plattentypen geführt, nämlich der Großoberflächenplatten als positive und der Kastenplatten als negative Platten. Ebenso ist die Einbauart und Aufstellungsweise und sind die Abmessungen der Zellen weitgehend vereinheitlicht. Die Normung der Batterien hat weitere Fortschritte gemacht; hierdurch wurden wesentliche Vorteile in der Verwendung sowie im Werkstoffverbrauch erzielt. Als Ersatz für die früher für größere Zellen allgemein verwendeten Holzkästen mit Bleiauskleidung haben sich außer Steinzeugkästen Kästen aus Hartgummi, wie sie seit Jahrzehnten für Fahrzeugbatterien verwendet werden, in steigendem Umfange auch für ortsfeste Batterien eingeführt.

Die Anwendung des alkalischen Akkumulators macht stetige Fortschritte, so besonders auf dem Gebiet der Starterbatterien für Kraftfahrzeuge.

Elektrochemie.

621. 357

Das Gebiet der elektrolytischen Raffination von Metallen nimmt an Umfang ständig zu, nachdem der besonders hohe Reinheitsgrad elektrolytisch erzeugter Metalle immer größere technische Bedeutung erlangt hat. Nach Ellingham[1]) werden heute etwa 80 % der Welterzeugung an Kupfer und 55 bis 60 % der Nickelerzeugung elektrolytisch raffiniert. Gering ist aus wirtschaftlichen Gründen vorläufig noch der Prozentsatz an elektrolytisch raffiniertem Blei (etwa 11 %). Ein neues, sehr aussichtsreiches Gebiet ist die elektrolytische Raffination von Aluminium, die nunmehr auch in Deutschland Eingang gefunden hat, nachdem das ursprünglich von Hoopes entwickelte Verfahren in Frankreich von Gadeau[2]) wesentlich verbessert wurde. Das raffinierte Aluminium verspricht wegen seiner besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften auch für die Elektrotechnik ein interessanter Werkstoff zu werden.

Neben der elektrolytischen Raffination macht auch die unmittelbare elektrolytische Gewinnung von Metallen aus Erzlaugen Fortschritte. Nach Ellingham wird heute etwa ein Achtel der insgesamt gewonnenen Kupfermenge auf diese Weise erzeugt. Die elektrolytische Gewinnung von Zink hat gleichfalls zugenommen. Während 1929 etwa 22 %, 1935 26 % der Gesamterzeugung aus der Elektrolyse stammte, schätzt Ellingham den heutigen Anteil auf ein Drittel. Einen ausführlichen Bericht über die seit Ende 1934[3]) laufende Elektrolytzinkerzeugung in der Zinkhütte Magdeburg (G. v. Giesches Erben) und technische Einzelheiten der Anlage gab im vorigen Jahr W. Hänig[4]). Das dort angewandte Verfahren, das die Vorzüge des Anaconda- und des Tainton-Verfahrens in sich vereint, hat sich im Betriebe gut bewährt. Von Kadmium, das als wertvolles Nebenerzeugnis bei der Zinkgewinnung anfällt, werden heute bereits etwa zwei Drittel der Welterzeugung elektrolytisch hergestellt. Auch Blei versucht man neuerdings unmittelbar elektrolytisch aus dem Erz zu gewinnen. Ein interessanter Versuch ist mit dem Halkyn-Prozeß[5]) in England in einer seit etwa einem Jahre laufenden halbtechnischen Anlage durchgeführt worden. Blei wird dort durch Schmelzflußelektrolyse von in Bleichlorid gelöstem Bleiglanz gewonnen, wobei als wertvolles Nebenprodukt reiner Schwefel anfällt. Ein noch in Entwicklung befindliches Gebiet ist die elektrolytische Gewinnung von Mangan[6]) aus an Mangan armen Erzen, die auch für Deutschland in Zukunft Bedeutung gewinnen kann.

In der Galvanotechnik gewinnt die sog. „Hartverchromung"[7]) immer größere Bedeutung. Die Lebensdauer mechanisch hoch beanspruchter Maschinenteile und Werkzeuge konnte um ein Mehrfaches gesteigert werden. Im Austausch gegen galvanische Vernicklung können neuerdings elektrolytisch erzeugte, glänzende Zinküberzüge (ähnlich Kadmiumüberzügen) verwendet werden. Die Einführung der anodischen Oxydation z. B. nach dem Eloxalverfahren hat vor allem in Deutschland bei der raschen Entwicklung der Aluminiumerzeugung ganz erhebliche Fortschritte gemacht. Es bestehen heute in Deutschland mehr als 200 Eloxalanlagen. Der neueste Fortschritt in der Entwicklung der anodischen Oxydation ist die Erzeugung glänzender Eloxalschichten[8]), z. B. für Reflektoren.

[1]) H. J. T. Ellingham, Metal Ind. Lond. 50 (1937) S. 57.
[2]) R. Gadeau, Aluminium, Berl. 18 (1936) S. 14.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 660.
[4]) W. Hänig, Metall u. Erz 33 (1936) S. 274.
[5]) W. T. Butcher, Metal Ind. Lond. 50 (1937) S. 106; National Smelting Co., Lond., Belg. Patent-Nr. 406053 (1934).
[6]) J. Koster, S. M. Shelton, Engng. Min. J. 137 (1936) S. 510.
[7]) Posern u. Schmidt, Z. VDI (1937) z. Z. im Druck.
[8]) H. Schmitt, Aluminium, Berl. 19 (1937) S. 387.

Digitized by Google

Elektrophysik (einschließlich Elektroakustik).

537 + 534

Die Elektronenoptik wurde weiter theoretisch ausgestaltet und vielfach angewandt auf Verstärkerröhren, Sende- und Empfangsröhren, Kathodenstrahl-Oszillographen, Bildwandler sowie Sekundärstrahlenverstärker (Verstärkungsgrad bis 10^7). Die Sekundärstrahlenaussendung dient auch zur mehrfachen Verstärkung des lichtelektrischen Primärstromes in Vakuumphotozellen. Im Vordergrund des Interesses stand die Physik der Atomkerne, die zwar keine überraschenden Entdeckungen zeitigte, aber weiterhin stetig ausgebaut wurde. Verschiedenartige Anordnungen zur Erzeugung sehr energiereicher Massenstrahlen (positiver und Neutronenstrahlen) wurden beschrieben. Aus der Erhaltung sowie der Trägheit der Energie bei Atomkernumwandlungen ergeben sich Werte der Kernmassen, die mit neuen verfeinerten Bestimmungen der letzteren auf massenspektrographischem Wege übereinstimmen. Die theoretischen Ansätze zur Behandlung des Energieverlaufs der beim β-Zerfall freiwerdenden negativen oder positiven Elektronen haben noch nicht zu einer vollständigen Übereinstimmung mit der experimentellen Erfahrung geführt. Die Zahl der bekannten künstlichen Atomumwandlungen wurde ständig vermehrt, auch durch Verwendung sehr energiereicher (17 MeV), bei künstlichen Atomumwandlungen (Li + H) freiwerdender γ-Strahlen. Die (sogar bis zu thermischen Energien) durch Abbremsung durch H-haltige Stoffe verlangsamten Neutronen weisen ein sehr selektives Verhalten bei ihrer Wechselwirkung mit Materie auf; durch Anlagerung solcher langsamen Neutronen an Atomkerne gelang die Bildung verschiedener neuer (auch radioaktiver) Isotope. Die biologische Wirkung von Neutronenstrahlen wurde mit derjenigen von Röntgenstrahlen verglichen.

Trotz sehr vieler Experimentaluntersuchungen über die Ultrastrahlung ist besonders ihr Ursprung noch völlig ungeklärt. Fast allgemein wird gefolgert, daß diese kosmische Strahlung bei ihrem Eintritt in die Erdatmosphäre aus positiv und aus negativ geladenen Teilchen besteht, die bei Wechselwirkung mit der Luft und mit den Werkstoffen der Apparate verschiedenartige Sekundärstrahlen bilden. Der energiereichste Anteil der Ultrastrahlung reicht bis 10^{11} eV. Die vermutlichen Eigenschaften solch energiereicher Korpuskularstrahlung (auch die Schauerbildung) wurden quantenmechanisch behandelt. Durch die Ultrastrahlung konnten einzelne Atomumwandlungen hervorgerufen werden.

Auf dem Gebiete der Gasentladungen liegen viele Sonderuntersuchungen vor, so über die Vorentladung, die Bedingung der Zündung, die Aufbauzeit beim Entladeverzug, den Übergang zwischen Glimmstrom und Bogen, die Korona an Doppelleitungen, Lichtbögen großer Stromstärke in schnellströmendem Gas und den starken Diamagnetismus des Entladungsplasmas.

Das außerhalb der Eisenreihe stehende seltene Erdmetall Gd erwies sich als ferromagnetisch. In der Nähe des absoluten Nullpunktes werden paramagnetische Stoffe, z. B. gewisse Alaune, ferromagnetisch. Die Theorie der Energiebänder eines Elektrons in einem metallischen Kristallgitter wurde zur Deutung des Ferromagnetismus herangezogen. Vielfach untersucht wurde der Zusammenhang der magnetischen mit den mechanischen Eigenschaften, dem Gefüge und dem Feinbau ferromagnetischer Stoffe. Massenkernspulen fanden eine zunehmende Verwendung für verschiedene Zwecke der Nachrichtentechnik. In dieser wurden neuerdings steigend beachtet magnetisch anisotrope vielkristalline Werkstoffe als „Bandkerne“ (geringe Hystereseschleife, kleinste Remanenz).

Auf dem Gebiete der Akustik ist vielfach die Entwicklung der Geräte und Meßverfahren soweit angeschlossen, daß eine Normung in Angriff genommen werden kann; dies ist z. Z. für Mikrophonzeichnungen, Schalldurchgang durch Wände und Geräuschmesser der Fall. Ein Sprechstellen-Prüfgerät dient zur Prüfung von Mikrophon und Telephon beim Teilnehmer. Zur Übertragung zahlreicher trägerfrequenter Gespräche wurden die Sprechspannungen und die Verständlichkeit und Lautstärke bei Frequenz- und Amplitudenbegrenzung untersucht. Bei Behandlung des Mikrophons als mechanisch-elektrischer Energiewandler ergeben sich weitgehende Analogien zur Dreielektrodenröhre. Das Arbeiten der Kohlefüllung ändert unter Umständen periodisch die Mikrophoneigenschaften. Hohlräume vor Mikrophonen bewirken Resonanzen mit von den Abmessungen abhängigen Frequenzen und Dämpfungen. Mit Schalldüsensonden lassen sich die Druckverteilungen in Resonatoren von Ort zu Ort feststellen. An Lautsprechern sind Untersuchungen des Einflusses der Größe und Form der Schallschirme auf den Frequenzgang sowie der Zusammenbau zweier Trichter an einer Membran zwecks besserer Abstrahlung der tiefen und hohen Frequenzen hervorzuheben. Musikinstrumente wurden vielfach studiert: Klaviere und Flügel, Zungenpfeifen und Klarinetten. Eine Fortführung der Aufnahmen der Frequenzkurven von Geigen führte zu weitgehenden Erkenntnissen über die Resonanzeigenschaften von Streichinstrumenten. Oktavenoszillographische Aufnahmen der Klangeinsätze von Orgeln zeigten interessante Unterschiede in den Registern. Ähnliche Aufnahmen an Sprache lieferten für die Kenntnis des Aufbaus von Konsonanten und Vokalen wichtige Ergebnisse. Analysen zeigen den geringen Unterschied zwischen natürlich gebildeten Vokalen und denen eines elektrischen Sprechgeräts zur Nachbildung menschlicher Vokale. Bei der Wichtigkeit der akustischen Ausgleichsvorgänge ist die Entwicklung eines elektrischen Gerätes zur Nachbildung von Anklängen, geschlagenen Saiten usw. für elektrische Musikgeräte zu beachten. Vielfache Untersuchungen der Hörschwelle und des akustischen Widerstandes des Ohres zeigen vielleicht vererbliche Eigenschaften der Ohren auf und ergeben Unterlagen zum frühzeitigen Erkennen von Gehörschädigungen. Zur Herabsetzung dieser Schädigungen werden die mehrfach eingeleiteten Untersuchungen der Geräuschbildung bei Flugzeugen, Kraftwagen und elektrischen Geräten beitragen. Der Schalldurchgang durch Wände wurde theoretisch und experimentell untersucht und in Zusammenhang mit Plattenschwingungen gebracht. Mitschwingende Schallschluckverkleidungen führten zu wesentlichen Verbesserungen in der Hörsamkeit von Rundfunksälen usw. Die Frage der Schallübertragung über schmale Schallbrücken zwischen den Körpern läßt den Einfluß der Anpassung hervortreten und den Nebenschluß durch die Luftkopplung. Auch für die medizinische Diagnostik spielt die Breite des übertragenen Frequenzbandes eine wichtige Rolle. Die Verwendung des Ultraschalles hat weitere Fortschritte gemacht in der Bestimmung von Schallgeschwindigkeiten, der Feststellung von molekularen Schwingungszuständen, der Entgasung von Flüssigkeiten und der Werkstoffprüfung. Die Sichtbarmachung der Ultraschallschwingungen an der Oberfläche von Prüfkörpern läßt deren Stoffkonstanten leicht und schnell erkennen. Hingewiesen sei noch auf die selektive Absorption in Gasen, die Kenntlichmachung von Flugplatzgrenzen durch hochtonfrequente Strahler und auf die Tatsache, daß bei der Schallausbreitung im Meere auf größere Entfernungen stets Reflexionen, auch mehrfache am Meeresboden und der Oberfläche, mitspielen.

Digitized by Google

Tätigkeitsbericht des VDE 1936/37.

Von **Heinz Blendermann VDE**, Berlin,

Geschäftsführer des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker ist nach den Worten seines Mitbegründers Adolf Slaby anläßlich der ersten Jahresversammlung in Köln als ein „Schutz- und Trutzbündnis zur Wahrung der Würde und Bedeutung unserer nationalen Elektrotechnik" gegründet worden. Mit dieser bewußt nationalen Einstellung war von Anfang an eine Zielsetzung gegeben, die den Verband im verflossenen Jahr vor besondere Aufgaben stellte. Der VDE konnte in Weiterführung seiner jahrzehntelangen Bestrebungen an diese der deutschen Technik durch die Verkündung des Vierjahresplanes zugewiesenen Arbeiten wohlgerüstet herangehen. Allerdings ist für das Erreichen eines so großen Zieles, wie die Erringung unserer Rohstoff-Freiheit, ein Zusammenschluß aller Mitwirkenden unter Zurückstellung eigennütziger Interessen unbedingt notwendig. Daher wurde vom Verband die am 23. April 1937 in der großen Kundgebung im Sportpalast verkündete Neuordnung der Technik freudig begrüßt, die jeder Zersplitterung unter den Fachvereinen vorbeugt und die den VDE als führenden Verein der Fachgruppe „Elektrotechnik, Gas und Wasser" in die politischen Aufgaben des Dritten Reiches einschaltet und ihm dafür zugleich die tatkräftige Unterstützung von Partei und Staat sichert. Die folgenden Ausführungen über die Tätigkeit des Verbandes im Geschäftsjahr 1936/37 zeigen, daß der VDE nicht die Durchsetzung eigensüchtiger Vereinsziele erstrebt hat, sondern in sachlicher Arbeit als Vorschriften- und Normenstelle, als technisch-wissenschaftlicher Fachverein und als Vertretung der deutschen Elektrotechnik dem Ausland gegenüber an dem Aufbauwerk des Führers zu seinem Teil mitgeholfen hat.

Der VDE als Vorschriften- und Normenstelle.

Arbeiten im Zusammenhang mit dem Vierjahresplan.

Der Führer und Reichskanzler hat in seiner Proklamation am 9. September 1936 das neue Vierjahres-Programm folgendermaßen festgelegt: „In vier Jahren muß Deutschland in allen jenen Stoffen vom Ausland gänzlich unabhängig sein, die irgendwie durch die deutsche Fähigkeit, durch unsere Chemie und Maschinenindustrie sowie durch unseren Bergbau selbst beschafft werden können." Die tatkräftige Durchführung des Vierjahresplans wurde durch die Beauftragung von Ministerpräsident Generaloberst Göring gewährleistet. Dieses gewaltige Programm wird jedoch nur dann restlos erfüllt werden können, wenn jeder deutsche Ingenieur und Techniker über die Anordnungen der Behörden hinaus von sich aus darauf bedacht ist, die der Gesamtheit des deutschen Volkes gestellte Aufgabe für sein Arbeitsgebiet unter Zurückstellung eigennütziger Interessen zu lösen. Hiermit ist auch der deutschen Elektrotechnik die Marschrichtung für die nächsten vier Jahre vorgezeichnet. Zwei der wichtigsten Aufgaben, die sich aus dieser Zielsetzung ergeben, seien im folgenden umrissen:

Wie auf allen anderen Gebieten der Technik war es bisher auch in der Elektrotechnik üblich, ausländische Werkstoffe und Erzeugnisse zu verwenden. Hier erwächst dem deutschen Elektrotechniker die Pflicht, seine Entwürfe auf die Verwendungsmöglichkeit heimischer Stoffe hin zu prüfen, wobei selbstverständlich die Güte der Erzeugnisse nicht leiden darf. Hierzu gehört auch die Wiederverwendung gebrauchter Stoffe, wie z. B. die Regenerierung von Schalter- und Transformatorenölen.

Den mit der zweckentsprechenden Anwendung von Heimstoffen in Zusammenhang stehenden Fragen hat der Verband Deutscher Elektrotechniker durch die seit Juni 1934 erfolgte Herausgabe von Umstellvorschriften und -normen Rechnung getragen, die unter Wahrung der Sicherheit, Güte und Zweckmäßigkeit der Erzeugnisse der Erzielung einer bodenständigen Rohstoffwirtschaft im Inland dienen, während für Lieferungen an das Ausland die bisherigen Vorschriften in Kraft bleiben.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang ferner die Schadenverhütung in der Elektrotechnik, eines der Hauptarbeitsgebiete des Verbandes seit seiner Gründung. Hier gilt es, durch Aufklärung und größte Sorgfalt im Bau elektrischer Anlagen und Geräte Gefahren zu verhüten und den Verlust von Menschenleben und wertvollem Volksvermögen zu verhindern.

In bezug auf Umstellung und Einsparung hat die Verkündung des Vierjahresplans eine Fülle von Vorschlägen ausgelöst. Um eine Zusammenfassung aller dieser die Elektrotechnik betreffenden Fragen zu ermöglichen, erklärte sich der VDE bereit, einen besonderen Ausschuß zu bilden, der mit Zustimmung des Amtes für deutsche Roh- und Werkstoffe die Bezeichnung „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan" erhielt. Hier sind alle Behörden und Organisationen vertreten, die sich auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Rahmen des Vierjahresplans mit Umstellung und Einsparung befassen. Die erste am 24. März 1937 einberufene Hauptsitzung des Ausschusses zeigte, daß mit seiner Errichtung einem fühlbaren Mangel abgeholfen war. Seitdem wurden von dem Arbeitsausschuß zahlreiche Vorschläge behandelt, die in einer Kartei gesammelt wurden.

Neuartige rohstoffsparende Konstruktionen, die zwar den bisherigen VDE-Vorschriften nicht vollkommen entsprechen, aber auch nicht gegen die grundsätzlichen Sicherheitsforderungen verstoßen, werden von der Prüfstelle des VDE sinngemäßen Prüfungen unterzogen. Bei Erfüllung dieser Prüfungen werden sie nach Fühlungnahme mit dem Amt für deutsche Roh- und Werkstoffe einer versuchsweisen Erprobung zugeleitet. Wenn das Ergebnis befriedigend ausfällt, kann jeweils eine dementsprechende Ergänzung der VDE-Vorschriften erfolgen.

Arbeiten von allgemeiner Bedeutung.

Bei vielen neuen Werkstoffen, die in die Elektrotechnik Eingang finden und deren Eigenschaften häufig grundsätzlich von denen der bisher verwendeten abweichen, ist die Frage der Korrosion vordringlich ge-

Digitized by Google

worden. Daher wurde es notwendig, einen Ausschuß hierfür einzusetzen, der sich u. a. mit den Fragen befaßt, die durch die erweiterte Anwendung von Aluminium in der Elektrotechnik auftreten. Über Korrosionsversuche und Ergebnisse auf dem Gebiet der Klemm- und Schraubverbindungen von Aluminium und anderen Leiterwerkstoffen wurde berichtet. Mit einer Reihe von Stellen, die an den gleichen Fragen interessiert sind, wurde Verbindung aufgenommen und für die Durchführung weiterer Versuche ein umfangreiches Programm aufgestellt. Mit den Versuchen ist inzwischen bereits begonnen worden.

Auf dem Gebiete der Schaltbilder und Schaltzeichen werden die Normblätter DIN VDE 709 bis 713 vollkommen neubearbeitet. Hier sind erstmalig Schaltbilder und Schaltzeichen für Leistungstrennschalter und die verschiedenen Arten von Leistungsschaltern aufgestellt. Die Neugestaltung des Normblattes DIN VDE 617 „Meßgeräte und Relais" sowie weitere Normblätter sind noch in Arbeit.

Bereits im Jahre 1929 hatte der Ausschuß für Klemmenbezeichnungen einen Entwurf aufgestellt, der an Stelle der früheren Normen treten sollte. Dieser Entwurf wurde seinerzeit mit Rücksicht auf die Verhandlungen bei der IEC zurückgestellt. Da in der nächsten Zeit jedoch mit einer endgültigen Herausgabe der IEC-Regeln nicht zu rechnen ist, hat der Ausschuß einen neuen Entwurf bekanntgegeben[1]), in dem diejenigen Punkte größtenteils berücksichtigt sind, über die bei der IEC bereits Einigung erzielt werden konnte.

In enger Zusammenarbeit mit dem Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF) wurde im Berichtsjahr eine größere Zahl von Aufgaben behandelt. Im Oktober 1936 fand im VDE-Haus die Herbsttagung des AEF unter starker Beteiligung auch ausländischer Gäste statt. Es wurden „Begriffe und Bezeichnungen für Gleich- und Wechselspannungssysteme" festgelegt und ferner Entwürfe für „Wechselstromgrößen", „Benennungen in der Schwingungslehre", „Normtemperatur, Normdruck, Normzustand", „Winkeleinheiten und Winkelteilungen" und „Dichte und Wichte" fertiggestellt. Außerdem hat sich der AEF sehr eingehend mit einem Entwurf „Grundbegriffe der Meßtechnik" und mit den Bezeichnungen der Vektorrechnung beschäftigt.

Eine besondere Anerkennung seiner Arbeiten wurde dem AEF dadurch zuteil, daß seinem verdienstvollen Vorsitzenden, Herrn Prof. Dr. J. Wallot VDE, am 18. März 1937 die Siemens-Stephan-Gedenkplatte verliehen wurde[2]).

Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen.

Der beim Ausschuß für Errichtungsvorschriften I gebildete Referentenausschuß hat die Beratungen zur Neubearbeitung von VDE 0100 weitergeführt. Bei dieser Neufassung soll das bisherige Nebeneinander von bindenden Vorschriften und Ausführungsregeln beseitigt werden. Mit Rücksicht auf die Erfordernisse des Vierjahresplans hat der Referentenausschuß verschiedene Sonderbestimmungen in Kraft gesetzt (z. B. VDE 0182/1937) und außerdem „Vorläufige Richtlinien für die Herstellung von Verbindungen und Abzweigungen von Aluminiumleitungen in Installationen"[3]) herausgebracht. Ferner wurden Sonderbestimmungen für elektrische Anlagen in Unterkunftsbaracken des Reichsarbeitsdienstes bekanntgegeben[4]).

Die seit 1924 gültige Fassung von VDE 0141 „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen" wird überarbeitet.

Der Ausschuß für Freileitungen hat die Vorschriften VDE 0210 neu herausgegeben, in denen hauptsächlich auf die Reichsautobahn-Kreuzungen Rücksicht genommen ist[5]). Zu erwähnen sind ferner die gemeinsam mit der Direktion der Reichsautobahnen und dem Ausschuß für Freileitungen ausgearbeiteten „Technischen Bestimmungen für Kreuzungen und Näherungen von Reichsautobahnen durch Starkstromfreileitungen".

Auf dem Gebiet des Bahnwesens — mit Ausnahme der elektrischen Fahrzeugausrüstung — wurden lediglich einige Normungsarbeiten durchgeführt[6]).

Für elektrische Anlagen in der Landwirtschaft wurden auf Anregung vor allem der Aufsichtsbehörden Errichtungs- und Betriebsvorschriften ausgearbeitet. Durch diese Vorschriften soll auch hier eine Einheitlichkeit geschaffen werden. Gerade im Hinblick auf den Vierjahresplan sind diese Arbeiten von größter Bedeutung, da es sich herausgestellt hat, daß die bisherigen „Merkblätter für elektrische Anlagen in der Landwirtschaft" (VDE 0130) die ordnungsgemäße Errichtung und Erhaltung derartiger Anlagen noch nicht restlos gewährleisten.

Im Dezember 1936 wurden Errichtungsvorschriften für Bergwerke unter Tage verabschiedet[7]), durch die dem Wunsche der Bergbehörden und der Bergwerksbetriebe Rechnung getragen ist, sämtliche Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage in einer einzigen Bestimmung zusammenzufassen[8]).

Der Ausschuß für Explosionsschutz hat „Vorschriften für den Bau explosionsgeschützter Maschinen, Transformatoren und Geräte" in Arbeit genommen, die voraussichtlich im Laufe des Jahres veröffentlicht werden.

Der neu gegründete Ausschuß für Theateranlagen befaßte sich mit den Vorbereitungen für eine Neubearbeitung der in den Grundsätzen zur Preußischen Polizeiverordnung für Errichtung und Betrieb elektrischer Anlagen vom 15. Februar 1935 gegebenen Bestimmungen.

Der Ausschuß für Blitzableiterbau (ABB) hat die Neubearbeitung des Buches „Blitzschutz" vorgenommen, in dem u. a. die Leitsätze für die Errichtung von Blitzableiteranlagen enthalten sind.

Fernmelde- und Hochfrequenztechnik.

Von dem Ausschuß für Schwachstrombeeinflussung wurde ein Vorentwurf der neu aufzustellenden „Leitsätze für Maßnahmen an Fernmelde- und an Bahnanlagen mit Gleichrichterspeisung im Hinblick auf gegenseitige Näherungen" eingehend durchberaten, der voraussichtlich noch in diesem Jahre veröffentlicht wird. Wertvolle Hinweise hierfür brachten die Ergebnisse der Beratungen, die in internationaler Gemeinschaftsarbeit im Rahmen der Commission Mixte Internationale pour les Expériences relatives à la Protection des Lignes de Télécommunication et des Canalisations Souterraines (CMI) durchgeführt wurden.

Schon kurze Zeit nach Einführung des Rundfunks in Deutschland hatte der Ausschuß für Hochfrequenztechnik „Vorschriften für Außenantennen" aufgestellt, die aber noch keinerlei Bestimmungen über Antennen mit abgeschirmter Zuführung und über Stab- und Gemeinschaftsantennen enthielten. In einer neuen Fassung (VDE 0855/1936) werden auch diese Antennenarten behandelt[9]).

An den „Leitsätzen für Maßnahmen an Maschinen und Geräten zur Verminderung von Rundfunkstörungen" (VDE 0874) wurden einige Änderungen vorgenommen[10]).

[1]) ETZ 58 (1937) S. 779.
[2]) ETZ 58 (1937) S. 659.
[3]) ETZ 58 (1937) S. 543.
[4]) ETZ 57 (1936) S. 877.
[5]) ETZ 57 (1936) S. 1439.
[6]) ETZ 58 (1937) S. 413.
[7]) ETZ 58 (1937) S. 577.
[8]) Th. Teinert, ETZ 58 (1937) S. 1575.
[9]) ETZ 58 (1937) S. 107.
[10]) ETZ 57 (1936) S. 1495.

Digitized by Google

Geräte und Anlageteile für Verteilungsanlagen unter 1000 V.

Die Hauptarbeit des Ausschusses für Installationsmaterial bestand in einer vollständigen Umarbeitung der Bestimmungen für Schalter, Steckvorrichtungen, Fassungen und Verlegungsmaterial. Als erstes Ergebnis konnte der Entwurf „Vorschriften für Schalter bis 750 V 25 A“ fertiggestellt werden, auch die Entwürfe zu Bestimmungen über Steckvorrichtungen und Fassungen werden voraussichtlich im Herbst veröffentlicht. Die „Vorschriften für Geräteschalter“ (VDE 0630) wurden geändert[11]) und verschiedene Umstellvorschriften herausgegeben[12]). Die Neufassung der Bestimmungen für Schalter, Steckvorrichtungen, Fassungen usw. erforderte die Aufstellung entsprechender Normblätter sowie verschiedene Änderungen an bereits bestehenden Normblättern.

Der Ausschuß für Sicherungswesen hat „Vorschriften für Leitungsschutzsicherungen bis 200 A 500 V“ aufgestellt. Die Bestimmungen über Schmelzsicherungen werden künftig in einer besonderen Arbeit vorliegen, deren Entwurf voraussichtlich im Herbst 1937 veröffentlicht wird. Besonders zu erwähnen ist, daß erstmalig Bestimmungen über sogenannte „träge Sicherungen“ aufgestellt werden konnten. Um die Gleichmäßigkeit der Sicherungen von verschiedenen Herstellern zu gewährleisten, wurden außerdem erstmalig Abschaltzeiten vorgeschrieben. Ferner wurden die „Leitsätze für Leitungsschutzschalter bis 15 A 380 V“ (VDE 0641) fertiggestellt[13]).

Zu den Bestimmungen für Erdungsschrauben (VDE 0650 und 0660) wurden vom Ausschuß für Schalt- und Steuergeräte Umstellvorschriften herausgebracht[14]).

An den bereits bestehenden „Umstellvorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen“ (VDE 0250 U) wurden vom Ausschuß für Drähte und Kabel Änderungen vorgenommen[15]), ferner wurde eine Arbeit in Gestalt von „Vorschriften für Papierbleikabel mit Aluminiumleitern“ (VDE 0260) herausgegeben[16]). In den Vorschriften für Bleikabel (VDE 0255) wurden die bisher hierin enthaltenen Bestimmungen für Gummibleikabel gestrichen und hierfür besondere Vorschriften aufgestellt[17]). Für diese Kabelart wurde auch eine Umstellvorschrift (VDE 0265 U) ausgearbeitet[17]). Sehr umfangreiche Untersuchungen erforderte die Neufestlegung der Belastungstafeln, die in VDE 0250 U erstmalig erschienen. Auch in den „Umstellvorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen“ (VDE 0810 U) wurden Änderungen durchgeführt[18]). Durch den Übergang von Kupfer auf Aluminium mußte der Frage der Anschlüsse und Leitungsverbindungen ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden; hierfür wurden von dem Ausschuß für Errichtungsvorschriften I vorläufige Richtlinien aufgestellt. Der Ausschuß für Drähte und Kabel hat ferner die „Vorschriften für Aluminium für Elektrotechnik“ (VDE 0202) und die zugehörenden Umstellvorschriften (VDE 0202 U) sowie verschiedene Normblätter über Aluminium herausgegeben[19]).

Verbrauchsgeräte.

Der Ausschuß für Beleuchtungskörper berät Vorschriften VDE 0710 für elektrische Beleuchtungskörper und wird sie voraussichtlich im Herbst 1937 als Entwurf veröffentlichen.

Auf eine 25-jährige Tätigkeit kann der Ausschuß für Elektrowärmegeräte zurückblicken[20]). Seine jüngste Arbeit ist die Fassung der „Vorschriften für Elektrowärmegeräte“, die im Januar 1937 als Entwurf veröffentlicht[21]) wurde und allgemeine Anerkennung gefunden hat. In den zur Zeit noch geltenden Vorschriften sind auch Bestimmungen für Heizkissen enthalten, für die in Zukunft eine Sonderarbeit bestehen wird[22]). Neue Normblätter DIN VDE 4916 „Bratöfen“ und DIN VDE 4910 „Herdeinsätze“ wurden fertiggestellt[23]). Die Neubearbeitung der Vorschriften für Temperaturregler und Temperaturbegrenzer ist in Angriff genommen.

Ein Unterausschuß des Ausschusses für Geräte mit Kleinstmotoren ist zur Zeit damit beschäftigt, Bestimmungen für elektrisches Spielzeug aufzustellen.

Der Ausschuß für Elektromedizin hat einen Entwurf zu Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzgeräte aufgestellt, der voraussichtlich noch in diesem Jahre bekanntgegeben wird.

Maschinen, Transformatoren, Stromrichter.

Die Beratungen des Ausschusses für Maschinen über Änderungen in der Klasseneinteilung der Isolierstoffe und über Prüfbestimmungen für gebrauchte und ausgebesserte Maschinen wurden zum Abschluß gebracht. Ferner machte der Ausschuß einen Vorschlag über die für Asbestisolation festzulegende Grenzerwärmung mit Rücksicht auf deren hohe Hitzebeständigkeit, der demnächst bekanntgegeben wird.

Hinsichtlich der vom Ausschuß für Transformatoren beratenen Änderungen über die Klasseneinteilung der Isolierstoffe und die Prüfung gebrauchter und ausgebesserter Transformatoren gilt das im vorigen Absatz Gesagte. Weiterhin wurden Vorarbeiten zu einem Entwurf über Regeltransformatoren geleistet und auch die Frage der Stoßspannungsprüfung von Transformatoren weiter erörtert.

Der Ausschuß für Wandler hat eine Reihe von Änderungsvorschlägen zu VDE 0414 behandelt, bei denen möglichste Übereinstimmung vor allem mit den Regeln für Transformatoren angestrebt wurde.

Von dem Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung wurde ein Entwurf zu VDE 0535 veröffentlicht[24]), bei dem auf möglichste Übereinstimmung der deutschen Regeln mit denen der IEC geachtet ist. Vollständig neu bearbeitet wurden die Bestimmungen für Überlastungs- und Kommutierungsprüfungen. Außerdem ist eine Bestimmung für die Bremsprüfung von Gleichstrom-Fahrmotoren aufgenommen worden.

Die Regeln für Stromrichter wurden zum Abschluß gebracht und ferner die deutsche Stellungnahme zu den von der IEC[25]) aufgestellten Entwürfen für Stromrichter-Regeln vorbereitet.

Hochspannungstechnik.

Der Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad über 1000 V befaßte sich mit der Frage der an die einzelnen Teile einer Hochspannungsanlage zu stellenden Anforderungen hinsichtlich der Sicherheit gegenüber Spannungsstößen. Ergebnisse von Stoßspannungsversuchen wurden der IEC als deutscher Beitrag zur Verfügung gestellt[26]). Weitere Versuche mit Vergleichsfunkenstrecken (Spitze—Spitze und Spitze—Platte) zur Klärung des Stoßüberschlagverhaltens von Isolatoren sind bei den verschiedenen Hochspannungsprüffeldern zur Zeit im Gange.

---

[11]) ETZ 57 (1936) S. 1251 u. ETZ 58 (1937) S. 362.
[12]) ETZ 57 (1936) S. 1333 u. ETZ 58 (1937) S. 519.
[13]) ETZ 57 (1936) S. 669, 1309, 1521.
[14]) ETZ 58 (1937) S. 804.
[15]) ETZ 58 (1937) S. 543.
[16]) ETZ 57 (1936) S. 819, 1251.
[17]) ETZ 58 (1937) S. 389.
[18]) ETZ 57 (1936) S. 849; 58 (1937) S. 389.
[19]) ETZ 57 (1936) S. 1011; 58 (1937) S. 362.
[20]) ETZ 57 (1936) S. 1129.
[21]) ETZ 58 (1937) S. 26, 55.
[22]) ETZ 58 (1937) S. 756.
[23]) ETZ 57 (1936) S. 1014.
[24]) ETZ 58 (1937) S. 81, 108, 139.
[25]) ETZ 57 (1936) S. 75, 1463.
[26]) P. Jacottet, ETZ 58 (1937) S. 628.

Digitized by Google

Im Juni 1936 veröffentlichte der Ausschuß für Hochspannungsschaltgeräte einen Entwurf zu VDE 0670 „Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R.E.H."[27]); diese Regeln sind am 1. Juli 1937 in Kraft getreten.

Der Ausschuß für Isolatoren stellte die zweite Ausgabe des Normblattes über Vollkernisolatoren fertig[28]). Die weiteren Beratungen bezogen sich auf die Ausarbeitung von Umstellnormblättern für Kettenisolatoren mit Rücksicht auf bleilose Ausführung. Ferner wurde ein Entwurf zu „Vorschriften für die Prüfung von Isolatoren für Fernmeldefreileitungen" (VDE 0444) veröffentlicht[28]).

Der Ausschuß für Prüfung mit Spannungsstößen beschäftigte sich mit Stoßüberschlagsversuchen an Stabfunkenstrecken und an Isolatoren. Insbesondere wurde die Frage der Durchschlagsbeanspruchung von Isolatoren mit Stoßspannungen sehr kurzer Beanspruchungszeit behandelt. Die Vorarbeiten für eine Neufassung von VDE 0450 „Leitsätze für die Prüfung mit Spannungsstößen" wurden aufgenommen.

Vom Ausschuß für Überspannungsschutz wurde ein Entwurf zu Leitsätzen für Überspannungsschutzgeräte in Starkstromanlagen aufgestellt[29]). Hierin sind neben der Festlegung von Begriffserklärungen Bestimmungen über Typen- und Stückprüfung, Isolationsprüfung usw. enthalten. Die „Bestimmungsgrößen der Stoßwelle" wurden in der gleichen Weise festgelegt wie von einem Arbeitsausschuß des CIGRE in Aussicht genommen, zu dessen Arbeiten deutscherseits auch weitere Beiträge geliefert wurden.

Isolierstoffe.

Der Ausschuß für Isolierstoffe hat bei der Weiterführung seiner laufenden Arbeiten die Beziehungen zu anderen Körperschaften vertieft, insbesondere zu dem Fachausschuß für Kunst- und Preßstoffe beim VDI sowie der Fachgruppe für Chemie der Kunststoffe beim VDCh, so daß auch gemeinschaftliche Veranstaltungen durchgeführt werden konnten. Im Mai 1937 fand anläßlich der Ausstellung „Schaffendes Volk" in Düsseldorf eine Vortragsreihe statt, ferner im Juli 1937 in Verbindung mit der Achema VIII und der Jahresversammlung des Vereins Deutscher Chemiker eine Vortragstagung in Frankfurt a. M.

Die Arbeiten der Unterausschüsse erstreckten sich auf die Schaffung einheitlicher Bezeichnungen und Begriffsbestimmungen für elektrische Isolierstoffe, wobei mit dem Schweizerischen Verband für Materialprüfungen der Technik Fühlung genommen wurde. Außerdem wurden Arbeiten zur Neuherausgabe grundlegender Prüfbestimmungen begonnen. Der Unterausschuß „Faserstoffe" brachte die Bearbeitung der Leitsätze für Hartpapier und Hartgewebe (VDE 0318) zum vorläufigen Abschluß[30]). Von dem Unterausschuß „Gummihaltige Stoffe" wurden die Leitsätze für die Prüfung von Hartgummi (VDE 0322) neu aufgestellt[31]). Auf dem Gebiet der keramischen Isolierstoffe müssen zunächst noch die Ergebnisse umfangreicher Forschungsarbeiten abgewartet werden. Schließlich wurde an dem Entwurf zu dem Normblatt DIN 7702 „Überwachungszeichen für Kunstharzpreßstoffe" mitgearbeitet[32]).

Die Vorschriften für Schalter- und Transformatorenöle erfuhren in dem Abschnitt über Zähigkeit eine Änderung; es wird jetzt zwischen Normalöl und Kälteöl unterschieden. Das Normblatt DIN 6556 „Isolieröle" wurde im gleichen Sinne umgestaltet. Auch bei der Aufstellung der beiden wichtigen Vornormblätter für Mineralöle und verwandte Stoffe DIN 6511 und DIN 6512 war der VDE beteiligt. Schließlich ist die Neubearbeitung des Ölbuches der WEV in Verbindung mit dem VDE fertiggestellt worden.

DIN VDE-Normblätter.

Der VDE bearbeitet als Fachnormenausschuß in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie die Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik. Als Ergebnis liegen bis zum 1. Juli 1937 447 gültige Normblätter vor, von denen innerhalb des Berichtsjahres 22 neu erschienen sind. Außerdem war der VDE an der Aufstellung zahlreicher anderer Normblätter beteiligt, die als DIN-Normen oder als Normblätter anderer Fachnormenausschüsse erschienen sind. Ferner ist eine große Zahl von Entwürfen für Umstellnormen in Arbeit[33]).

Internationale Zusammenarbeit.

Internationale Ausschüsse und Konferenzen.

Im November 1936 fanden im VDE-Haus Arbeitstagungen von Ausschüssen der Internationalen Elektrotechnischen Commission (IEC) für Akkumulatoren, Aluminium und Rundfunkgeräte statt, an denen außer zahlreichen deutschen Fachleuten insgesamt 38 Vertreter fremder Staaten teilnahmen. Im Jahre 1937 fanden in Paris und Brüssel Sitzungen der IEC-Ausschüsse Elektrotechnisches Wörterbuch, Transformatoren, Bahnausrüstung, Normalspannungen und Isolatoren, Meßgeräte sowie Rundfunkstörungen statt, an denen das Deutsche Komitee der IEC durch Sachverständige beteiligt war.

Der Deutsche Ausschuß (DA) der Internationalen Hochspannungskonferenz (CIGRE) führte deutscherseits die Vorbereitungen für die Konferenz durch, die Ende Juni 1937 in Paris stattfand. Unter insgesamt etwa 800 Vertretern verschiedener Länder nahmen etwa 40 deutsche Fachleute an der Tagung teil. Die CIGRE vermittelt bekanntlich einen Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der Erzeugung der Energie und des Baues und Betriebes der Netze. An über 100 eingereichten Fachberichten war der DA der CIGRE mit 14 beteiligt. Der vollständige Bericht über die 9. Tagung wird voraussichtlich Ende dieses Jahres erscheinen.

Im September 1936 fand in Washington die 3. Weltkraftkonferenz zusammen mit dem 2. Internationalen Talsperren-Kongreß statt. Die Vorarbeiten innerhalb Deutschlands wurden von dem Deutschen Nationalen Komitee der Weltkraftkonferenz durchgeführt.

Die Installationsfragen-Kommission (IFK), bei der Deutschland durch den Deutschen Ausschuß der IFK vertreten ist, trat im Juni 1937 zu ihrer 18. Tagung in Oslo zusammen.

Die „Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique (UIPEDE), in der Deutschland offiziell durch den Reichsverband der Elektrizitätsversorgung vertreten ist, hielt im Juni 1936 ihren 6. Kongreß ab[34]), bei

[27]) ETZ 57 (1936) S. 665, 689; 58 (1937) S. 646, 675, 701.
[28]) ETZ 58 (1937) S. 519.
[29]) ETZ 58 (1937) S. 615.
[30]) ETZ 58 (1937) S. 437, 460.
[31]) ETZ 58 (1937) S. 25, 139.
[32]) ETZ 58 (1937) S. 545; DIN-Mitt. 20 (1937) H. 9/10.
[33]) H. Wagner, DIN-Mitt. 20 (1937) S. N 37.
[34]) ETZ 57 (1936) S. 1246.

Digitized by Google

dem auch zahlreiche Berichte von deutschen Fachleuten erstattet wurden.

Im Oktober 1936 fand die 5. Tagung des Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à grande distance (CCIT) in Warschau statt; hier war auch die deutsche Elektrotechnik vertreten.

Nachdem der VDE im Vorjahre Mitglied der Commission Mixte Internationale pour les Expériences relatives à la Protection des Lignes de Télécommunications et des Canalisations Souterraines (CMI) geworden war, wirkte sich die Zusammenarbeit insbesondere bei der Ausarbeitung der neuen „Leitsätze für Maßnahmen in Fernmelde- und an Bahnanlagen mit Gleichrichterspeisung im Hinblick auf gegenseitige Näherungen" wertvoll aus.

Der im Vorjahre gegründete Deutsche Länderausschuß der Union Radio-Scientifique Internationale (URSI) hat die Zusammenarbeit mit den ausländischen Stellen aufgenommen.

An der 2. Tagung der International Association for Testing Materials (IATM), die im April 1937 in London stattfand, nahmen ebenfalls deutsche Vertreter teil. Einige der dort behandelten Fragen stehen mit dem Arbeitsgebiet des VDE-Ausschusses für Isolierstoffe in Verbindung.

Zusammenarbeit mit ausländischen Vereinen.

Zwischen dem VDE und dem American Institute of Electrical Engineers (AIEE) bestand seit Jahren ein Besuchsabkommen, das sich außerordentlich bewährt hat und selbst während des Weltkrieges nur eine kurze Unterbrechung erfuhr. Auf Grund der guten Erfahrungen hiermit regte die Wissenschaftliche Abteilung des VDE an, auch mit anderen ausländischen Körperschaften derartige Abkommen zu treffen. Diese Anregung wurde überall freudig begrüßt, so daß mit einem baldigen günstigen Abschluß der Verhandlungen zu rechnen ist.

Auch im Berichtsjahre konnte der VDE wieder zahlreichen ausländischen Elektrotechnikern mit Rat und Tat zur Seite stehen. So wurde u. a. eine Gruppe bulgarischer Elektroingenieure im VDE-Haus empfangen und über Aufgaben und Ziele des VDE und seiner Prüfstelle unterrichtet.

Fremdsprachige Veröffentlichungen.

Um das Ausland auf die Erzeugnisse der deutschen Technik hinzuweisen, gibt der VDE in Gemeinschaft mit anderen Vereinen einige Auslandszeitschriften heraus. Außer den monatlich erscheinenden Zeitschriften „Engineering Progress" und „El Progreso de la Ingeniería" werden weitere Zeitschriften in französischer, portugiesischer und italienischer Sprache nach Bedarf herausgegeben.

Da es in vielen europäischen und überseeischen Ländern üblich ist, bei Lieferungen die VDE-Vorschriften zugrunde zu legen, gibt der VDE zur Erleichterung Übersetzungen seiner Vorschriften in englischer, französischer, spanischer und portugiesischer Sprache heraus. Hierdurch soll gleichzeitig erreicht werden, daß durch einwandfreie Übersetzung keinerlei irrtümliche Auslegungen entstehen können.

Der VDE als technisch-wissenschaftlicher Verein des NSBDT.

Die Neuordnung der deutschen Technik.

In der Kundgebung im Sportpalast am 23. April 1937 wurde die von allen Technikern ersehnte Neugestaltung der gesamten deutschen Technik durch Reichsorganisationsleiter Dr. Ley und Generalinspektor Dr. Todt verkündet. Das Hauptamt für Technik in der Reichsleitung der NSDAP, das Amt für technische Wissenschaften in der DAF und der NS-Bund Deutscher Technik (NSBDT) stellen die drei Organisationsglieder der deutschen Technik dar.

Durch Personalunion in den leitenden Stellen dieser drei Organisationen ist für einheitliche Ausrichtung gesorgt. Die dem NSBDT angeschlossenen Fachvereine sind in fünf Fachgruppen unterteilt, wobei dem VDE die Führung der Fachgruppe „Elektrotechnik, Gas und Wasser" übertragen wurde.

Der VDE ist hierdurch in die unter nationalsozialistischer Führung stehende Gesamtorganisation der deutschen Techniker eingegliedert worden, die einen jederzeitigen schlagkräftigen Einsatz der gesamten deutschen Technik für die großen vom Staat gestellten Aufgaben gewährleistet. Die Zugehörigkeit zu einem der Partei angeschlossenen Verband sichert ihm gleichzeitig die tatkräftige Unterstützung aller in Frage kommenden Stellen bei der Durchführung seiner besonderen Aufgaben.

Wissenschaftliche Abteilung.

Die Wissenschaftliche Abteilung des VDE trat im Berichtsjahr zu sechs Sitzungen zusammen. Außerdem fanden mehrere Besprechungen im kleineren Kreise statt. Für das Vortragswesen wurden den Bezirken Vorschlagslisten zugeleitet, um ihnen Unterlagen für die Ausgestaltung ihrer Vorträge an die Hand zu geben. Fünf Anträge auf Bereitstellung von Mitteln für Forschungsarbeiten aus dem Gebiet der Elektrotechnik wurden geprüft und vier davon befürwortet. Ferner wurde das wissenschaftliche Vortragsprogramm der Mitgliederversammlung, insbesondere Auswahl und Festlegung der Fachberichte vorbereitet.

Weitere Beratungen beschäftigten sich mit der Frage des Schrifttumsnachweises auf dem Gebiet der Elektrotechnik. Die hier bisher bestehende Lücke ist inzwischen durch die Herausgabe des Referatenblattes „Elektrotechnische Berichte", an dem der VDE mitarbeitet, geschlossen. Auch die von der Informationsstelle für technisches Schrifttum bei der Bücherei der Technischen Hochschule Berlin von 1934 ab herausgegebene „Schrifttumskartei Elektrotechnik" wird vom VDE unterstützt. Vom Herbst dieses Jahres ab erscheint in diesem Rahmen eine „Sonderkartei VDE-Schrifttum".

Weiterhin wurden Vorbereitungen zu geschichtlichen Arbeiten aus dem Gebiet der Elektrotechnik geleistet. Um den Gedankenaustausch mit ausländischen Körperschaften zu pflegen, regte die Wissenschaftliche Abteilung den Abschluß von Besuchsabkommen an.

Vortrags- und Fortbildungswesen.

Die Durchführung des Vortragswesens war wie früher die Hauptaufgabe der Bezirke des VDE, von denen in diesem Jahr insgesamt etwa 500 Veranstaltungen durchgeführt wurden. Bei der Gestaltung der Programme wurden solche Themen bevorzugt, die mit Fragen des Vierjahresplans, insbesondere mit Umstellfragen, in Verbindung stehen. Auch aus dem Gebiet der Lichttechnik wurden Vorträge gehalten, um dadurch gleichzeitig die von der DAF durchgeführten Werbemaßnahmen unter dem Leitwort „Gutes Licht — gute Arbeit" zu unterstützen. In Berlin fand ferner je eine Vortragsreihe über Fernsehen und über elektrotechnische Isolierstoffe statt. Be-

Digitized by Google

sonderes Interesse erregten auch die anläßlich der Ausstellung „Schaffendes Volk“ und anläßlich der Achema VIII in Frankfurt a. M. in Verbindung mit dem VDCh und dem VDI durchgeführten Vortragsreihen über Kunststoffe.

Die Fachberichte anläßlich der 38. Mitgliederversammlung in München brachten in gewohnter Weise wertvolle Vorträge aus allen Gebieten der Elektrotechnik. Außerdem fand im Februar 1937 erstmalig eine Gemeinschaftsveranstaltung aller VDE-Bezirke im Winterhalbjahr in Form einer Ferntagung statt.

Die Zusammenarbeit mit der Industrie- und Handelskammer und mit der DAF hinsichtlich der Veranstaltung von Fortbildungslehrgängen für Monteure gestaltete sich sehr erfreulich. Auch ein Lehrgang zur Umschulung von Ingenieuren in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurdienst e. V. wurde durchgeführt.

Jungingenieurwesen.

Die Frage des technischen Nachwuchses steht heute im Hinblick auf unseren Kampf um die wirtschaftliche Unabhängigkeit mit an erster Stelle. Hierbei handelt es sich nicht nur um die Ergänzung des Ingenieurstandes aus Schule und Hochschule, sondern auch um die charakterliche und berufliche Weiterbildung der Jungingenieure. Der Lösung dieser Aufgaben dient die Jungingenieurarbeit des Verbandes.

Nachdem im vergangenen Berichtsjahr der Aufbau des Jungingenieurwesens des VDE im großen und ganzen abgeschlossen war, liegen jetzt bereits erfreuliche Ergebnisse der Arbeit aus den einzelnen VDE-Bezirken vor. Besondere Jungingenieur-Vortragsreihen — größtenteils mit Referaten aus den Kreisen der Jungingenieure selbst — wurden in folgenden Städten abgehalten: Berlin, Hannover, Breslau, Magdeburg, Hamburg, München, Darmstadt, Erfurt. Die Hauptarbeit wird naturgemäß in Berlin als dem Mittelpunkt der elektrotechnischen Industrie geleistet. Hier bestehen schon seit zwei Jahren 13 Arbeitsgemeinschaften, die regelmäßig alle drei Wochen zusammenkommen. Das vom VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg eigens hierfür eingerichtete Vortragszimmer, das 50 bis 60 Personen faßt, reicht dabei oft nicht einmal aus. Es bestehen Arbeitsgemeinschaften auf folgenden Gebieten:

1. Allgemeine Elektrotechnik,
2. Hochfrequenztechnik,
3. Elektromaschinenbau,
4. Stromrichter,
5. Meßtechnik,
6. Elektrophysik,
7. Kabeltechnik,
8. Elektrizitätswerke,
9. Elektrische Bahnen,
10. Industrieanlagen,
11. Hochspannungstechnik,
12. Installationstechnik,
13. Fernmeldetechnik.

Besondere Erfolge haben außerdem die Bezirke Niedersachsen (Hannover) und Niederschlesien (Breslau) mit ihrer Jungingenieurarbeit aufzuweisen. Eine Sonderstellung nimmt der Bezirk Südhessen (Darmstadt) ein; hier setzen sich die Jungingenieure überwiegend aus Studenten zusammen, die größtenteils dem dort bestehenden „Elektrotechnischen Verein“ (ETV) angehören, mit dem der VDE in enger Fühlung steht. Erwähnt sei noch die Zusammenarbeit einiger Bezirke mit dem VDI in Fragen der Jungingenieure, mit Jungingenieurorganisationen, die von Firmen aufgezogen sind (z. B. in Annaberg), und mit der DAF, insbesondere im Bezirk Südsachsen. In Bezirken mit stark verstreuter Industrie ist die Jungingenieurarbeit zwar schwieriger durchzuführen, doch wird auch hier alles getan, um die Jungingenieure zu Vortragsveranstaltungen zusammenzuführen.

Die Ziele, die auch für die künftige Arbeit gelten, sind bereits in dem Geschäftsbericht über das vorige Berichtsjahr und in der Ansprache auf dem vorjährigen Jungingenieurtreffen enthalten[35]). Sie lassen sich kurz nach drei Gesichtspunkten zusammenfassen:

1. Der Jungingenieur soll die großen politischen Aufgaben der deutschen Technik kennen und sich für sie einsetzen lernen. Durch die Eingliederung der technischen Verbände in den NSBDT ist auch der Jungingenieur zu aktiver Mitarbeit nicht nur berechtigt, sondern auch verpflichtet.
2. Zur Lösung dieser Aufgaben bedarf es höchsten beruflichen Könnens, zu dem die Jungingenieurarbeit des Verbandes mithelfen will.
3. Durch den Zusammenschluß der Jungingenieure soll persönliches Sichkennenlernen und kameradschaftlicher Geist gefördert werden.

Auch das Verbandsorgan, die Elektrotechnische Zeitschrift, stellt sich tatkräftig in den Dienst der Jungingenieurarbeit durch den Teil „Für den Jungingenieur“, der von allen Seiten dankbar begrüßt wird.

Das VDE-Schrifttum.

Im Berichtsjahr hat die Elektrotechnische Zeitschrift innerhalb des Gesamtgebietes der Elektrotechnik wieder einige Fragengruppen besonders eingehend behandelt, die im Vordergrund des Interesses standen. Dies geschah in einer Reihe von Sonderheften, von denen das Heft „Heimstoffe der Elektrotechnik“ (1937 H. 18) und „Freileitungen und Kabel“ (1936 H. 48) sowie zwei Sonderhefte anläßlich der Leipziger Frühjahrsmesse (1937 H. 8 und 9) erwähnt seien. Auch aus dem engeren Arbeitsgebiet des VDE sind Sonderhefte entstanden, so das Heft zur 38. Mitgliederversammlung des VDE in München, ferner ein weiteres Heft über den Verlauf der Tagung mit dem Wortlaut der Ansprachen. Außerdem erschienen die Sonderhefte „Elektrowärme“ und „Elektrizität im Bergbau“. Über die Ferntagung des VDE wurde eingehend berichtet (1937 H. 11). Im übrigen standen im Vordergrund der Behandlung der Gerätebau, der Elektromaschinenbau und die Meßtechnik. Auch die Neuerungen auf dem Gebiet der Stromrichter, des elektrischen Nachrichtenwesens, der Funktechnik und des Fernsehens haben in Aufsätzen der ETZ ihren Niederschlag gefunden.

Im Archiv für Elektrotechnik waren neben Arbeiten aus dem Grenzgebiet zwischen Physik und Elektrotechnik im Berichtsjahr vor allem Forschungsergebnisse aus dem Elektromaschinenbau, der Meßtechnik und der Theorie der Stromrichter vertreten.

Als Schrifttumsnachweise der Elektrotechnik[36]) dienen die „Literaturkartei Elektrotechnik“, die von der Informationsstelle für technisches Schrifttum bei der Technischen Hochschule Berlin unter Mitwirkung des VDE herausgegeben wird, ferner eine „Sonderkartei VDE-Schrifttum“, die ab 1937 erscheint, und die „Elektrotechnischen Berichte“, auf die bereits eingegangen wurde.

Die Rundschau Technischer Arbeit, die als gemeinsame Wochenzeitschrift der im NSBDT zusammengeschlossenen Fachvereine erscheint, hat im Berichtsjahre eine größere Zahl von Aufsätzen von besonderem Interesse für den Elektrotechniker gebracht.

Von den fremdsprachigen technischen Auslandszeitschriften, an deren Herausgabe der VDE beteiligt ist, sind in der Berichtzeit zwölf Hefte in englischer, vier in französischer, zwei in italienischer, drei in portugiesischer und zwölf in spanischer Sprache herausgekommen.

Der 8. Band der VDE-Fachberichte, in dem die Vorträge und Aussprachen aus der Mitgliederversammlung in München enthalten sind, wurde im November der Öffentlichkeit übergeben und fand lebhaftes Interesse im In- und Ausland.

Anfang März 1937 wurde die 21. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches nach dem Stand vom 1. 1. 1937 herausgebracht. Auch die Einzelausgaben der VDE-Vorschriften fanden wieder eine starke Verbreitung. Des-

[35]) ETZ 57 (1936) S. 796 und 903.

[36]) ETZ 58 (1937) S. 801.

Digitized by Google

gleichen wurde die Übersetzung der VDE-Vorschriften weiter ausgebaut.

Ausstellungen und Messen.

Um den Gedanken der Sicherheit elektrischer Anlagen in weiteste Kreise des deutschen Volkes hineinzutragen, hat sich der VDE wiederum an mehreren Ausstellungen beteiligt. Auf der 4. Reichsnährstandsschau in München wurde nicht nur eine Sammlung unvorschriftsmäßiger Geräte gezeigt, sondern ein ganzer Musterbauernhof mit einer in allen Teilen den VDE-Vorschriften entsprechenden elektrischen Anlage ausgestattet. Bei der Ausstellung der technisch-wissenschaftlichen Vereine im Rahmen der Achema VIII in Frankfurt a. M. zeigte der VDE einige Darstellungen aus seinem Arbeitsgebiet und besonders die umfangmäßige Zunahme der VDE-Vorschriften in den letzten vier Jahrzehnten.

Um auch den Besuchern der Leipziger Frühjahrsmesse ein eindruckvolles Bild von der Tätigkeit des VDE zu vermitteln, wurde der Messestand des Verbandes von Grund auf umgestaltet. Auf dem Stand der Verlagsabteilung wurden wie früher die Veröffentlichungen des VDE und der Führer durch das Haus der Elektrotechnik gezeigt und zum Verkauf bereitgehalten. Der Messeausschuß des VDE hat auch in diesem Jahre wieder die Ausstellungsstände der Hersteller elektrischer Erzeugnisse besichtigt, um festzustellen, ob die ausgestellten Erzeugnisse den Sicherheitsbestimmungen des VDE entsprechen. Hierdurch werden gleichzeitig wertvolle Erkenntnisse für die Neugestaltung der VDE-Bestimmungen gewonnen. Die Beratung der Hersteller betraf diesmal in vielen Fällen Fragen der Umstellung auf Heimstoffe.

Forschungsarbeiten.

Im Hinblick auf die zur Zeit im Vordergrund stehenden Stoff-Fragen wurden im Zusammenhang mit den Arbeiten der VDE-Ausschüsse mehrere Forschungsaufgaben durchgeführt.

Die Versuche über das Kriechstromverhalten der Kunstharzpreßstoffe, die mit Unterstützung der Technischen Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe weitergeführt wurden, haben so weit Klarheit geschaffen, daß Angaben über die Kriechstromfestigkeit von Isolierpreßstoffen gegebenenfalls in die Leitsätze VDE 0320 hineingearbeitet werden können. Weiterhin liegen Forschungsergebnisse über das elektrische Verhalten von Isolierstoffen bei hohen und tiefen Temperaturen vor, die von großer Bedeutung für die Anwendung dieser Stoffe sind.

Bei der Bearbeitung der neuen Leitsätze für Hartpapier (VDE 0318) stellte sich heraus, daß bisher der Korrosionsbeeinflussung durch Hartpapier zu wenig Beachtung geschenkt worden war. Infolgedessen wurden auch hier Forschungsarbeiten in Angriff genommen, die bereits wertvolle Ergebnisse gezeitigt haben. Auch die zahlreichen Untersuchungen über das Verhalten von Kontaktstellen mit verschiedenen Metallen und die Versuche zur eindeutigen Festlegung der Eigenschaften keramischer Isolierstoffe für eine Klasseneinteilung dieser Stoffe seien noch erwähnt.

Die deutsche elektrotechnische Industrie hat zu den meisten dieser Forschungsarbeiten erhebliche Mittel bereitgestellt und dadurch ihre Durchführung im Dienste der Allgemeinheit ermöglicht.

Aus den Mitteln der „Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik“[37]) wurden wiederum verschiedene Stipendien gewährt. Dadurch konnten u. a. die Forschungsarbeiten über die Verwendung von Kugelfunkenstrecken zur Spannungsmessung fortgeführt und Arbeiten zur Verbesserung des Elektronen-Mikroskops in Angriff genommen werden. Außerdem wurden mehrere Forschungs- und Lehrstätten der Elektrotechnik durch Stiftungen und Zuschüsse unterstützt.

[37]) ETZ 56 (1935) S. 1341.

Zusammenarbeit mit anderen deutschen Körperschaften.

Die Zusammenarbeit mit der Deutschen Arbeitsfront, insbesondere mit dem Amt für Schönheit der Arbeit und für Arbeitsführung und Berufserziehung wurde weiter ausgebaut.

Für die auf Veranlassung des Reichsministers für Volksaufklärung und Propaganda gebildete „Reichsarbeitsgemeinschaft Schadensverhütung“ war der VDE in der Lage, wertvolle Mitarbeit auf dem Gebiet der Sicherheit elektrischer Anlagen zu leisten.

Mit den im NSBDT zusammengeschlossenen Fachvereinen, besonders mit dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern, dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute, dem Verein deutscher Ingenieure und dem Verein Deutscher Chemiker, verbinden den VDE freundschaftliche Beziehungen. Über die Mitarbeit im Deutschen Normenausschuß wurde bereits vorstehend berichtet; in dem Beirat für die Umstellung auf Heimstoffe und in der Normenprüfstelle ist der VDE ständig vertreten. Außerdem hat der VDE an zahlreichen Beratungen des deutschen Ausschusses für technisches Schulwesen (DATSCH), des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (DVM) mitgearbeitet und die Arbeiten der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale (TWL) gefördert.

An den Arbeiten des VDE sind Fachleute aus zahlreichen Behörden laufend beteiligt. Auf dem Gebiet der Umstellfragen hat sich eine enge Zusammenarbeit mit dem Amt für deutsche Roh- und Werkstoffe und der bisherigen Geschäftsgruppe Rohstoffverteilung des Beauftragten für den Vierjahresplan ergeben.

Besonderes Interesse an den Arbeiten des VDE zeigten wie bisher die elektrotechnischen Körperschaften, durch die die Arbeiten des VDE weitgehende Förderung erfuhren. In diesem Zusammenhang ist besonders das unter Führung der Arbeitsgemeinschaft der Elektroverbände zustande gebrachte Abkommen vom 15. Januar 1936 über Vertrieb und Verarbeitung elektrotechnischer Artikel erwähnenswert, durch das sich die unterzeichneten Verbände verpflichteten, innerhalb des Deutschen Reiches nur noch solche Artikel zu vertreiben, die den VDE-Vorschriften entsprechen.

VDE-Bezirke.

Um Verwechselungen mit den politischen Gauen der NSDAP zu vermeiden, wurde die Bezeichnung „Gaue des VDE“ in „Bezirke des VDE“ geändert. Die organisatorischen Maßnahmen innerhalb der Bezirke sind inzwischen zu einem gewissen Abschluß gekommen. Die Einsetzung von Obleuten für verschiedene Arbeitsgebiete, z. B. für das Vortragswesen, für das Jungingenieurwesen, für die Mitgliederwerbung usw., hat sich gut bewährt, besonders die Ernennung von Vertrauensleuten für einzelne Betriebe, da hierdurch die Elektrotechniker rasch und zuverlässig über die Arbeiten und Veranstaltungen des VDE unterrichtet werden können. Verschiedene Stützpunkte von VDE-Bezirken wurden neu eingerichtet, so daß sich ihre Zahl auf über 40 erhöhte. Hierdurch wurde auch den außerhalb der Bezirks-Hauptorte wohnenden VDE-Mitgliedern Gelegenheit geboten, zu technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen zusammenzukommen. Die Hauptaufgabe der VDE-Bezirke bestand wie bisher in der technisch-wissenschaftlichen Betreuung der VDE-Mitglieder, worauf bereits im vorstehenden eingegangen ist.

VDE-Geschäftstelle.

Obwohl der Umfang der Arbeiten des Verbandes infolge der Inanspruchnahme durch den Vierjahresplan und andere wichtige Aufgaben bedeutend zugenommen hatte, wurden diese ohne wesentliche Vergrößerung der Gefolg-

Digitized by Google

schaft durchgeführt. Im Berichtsjahr fanden mehr als 250 Sitzungen und Besprechungen in den Räumen des VDE-Hauses und außerdem mehrere Beratungen außerhalb statt. Ferner wurde die Geschäftstelle für außerordentlich zahlreiche schriftliche und mündliche Auskünfte in Anspruch genommen. Auch ausländische Besucher konnten mehrfach begrüßt werden. Großer Wert wurde auf eine rege Zusammenarbeit mit der Presse und den Berichterstattern des Deutschen Kurzwellensenders gelegt.

Die Gefolgschaften der VDE-Geschäftstelle, der Prüfstelle, der Geschäftstelle des Bezirkes Berlin-Brandenburg, der ETZ-Verlag G. m. b. H. und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ stehen geschlossen in der Deutschen Arbeitsfront. Sie betrachten es als ihre besondere Aufgabe, das VDE-Haus aus Anlaß von nationalen Feiern auszuschmücken[38]), um ihrer Verbundenheit mit Volk und Staat auch hierdurch sichtbaren Ausdruck zu verleihen.

VDE-Prüfstelle.

Das VDE-Prüfzeichen ist das einfachste Zeichen dafür, daß ein elektrotechnisches Erzeugnis den Vorschriften des VDE entspricht. Das gleiche gilt für die Verbandskennfäden und die Bezeichnung „Codex" für Leitungen. Die Prüfstelle hat einmal die Aufgabe, durch Typenprüfungen die Erfüllung der VDE-Bestimmungen festzustellen; sie muß außerdem durch laufende Überwachung der Erzeugnisse, die das VDE-Zeichen tragen, für Gleichmäßigkeit der Herstellung sorgen. Im Berichtsjahr hat die Prüfstelle etwa 1400 Zeichenprüfungen und Begutachtungen vorgenommen, von denen wie früher etwa zwei Drittel günstig ausfielen. Die Zahl der zur Zeit gültigen Genehmigungsurkunden beläuft sich auf etwa 5000 und verteilt sich auf rd. 400 Firmen, wobei die Zahl der verschiedenen das Verbandskennzeichen tragenden Erzeugnisse auf etwa 40 000 geschätzt wird. Leider mußte auch im Berichtsjahr mehrfach wegen widerrechtlicher Benutzung des Verbandszeichens eingeschritten werden.

Umfangreiche Arbeiten ergaben sich infolge des Inkrafttretens der neuen „Vorschriften für Bau und Prüfung von Schutz-, Netzfernmelde- und sonstigen Transformatoren für Kleinspannung und Kleinleistung", da die auf Grund der früheren Bestimmungen erteilten Prüfzeichengenehmigungen zurückgezogen werden mußten. Die im Rahmen des Vierjahresplans durchgeführte Umstellung auf heimische Rohstoffe wirkte sich ebenfalls auf die Arbeiten der Prüfstelle aus. Häufig beabsichtigten die Inhaber von Zeichengenehmigungen, ihre Fabrikation kurzfristig auf andere Werkstoffe umzustellen. Um hier keine Schwierigkeiten eintreten zu lassen, hat die Prüfstelle für derartige Anträge eine besondere Regelung getroffen. Die Beratungen über eine neue Geschäfts- und Prüfordnung sind nunmehr abgeschlossen; auch eine neue Gebührenordnung befindet sich in Vorbereitung. Nach einem Zwischenraum von zwei Jahren wurde im Herbst 1936 eine Neuauflage der „Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Führung der Verbandskennzeichen" herausgegeben.

Mitgliederbewegung.

Die Werbung von Einzelmitgliedern hat im Berichtsjahr wieder zu einem beachtlichen Erfolg geführt. Vom 1. Mai 1936 bis zum 1. Mai 1937 konnten rd. 1800 neue Berufskameraden gewonnen werden. Durch das Beitragsabkommen mit der DAF[39]) hat sich die Zahl der Mitglieder bis zum 1. Juni 1937 um weitere 680 erhöht, so daß die Gesamtzahl von rd. 10 700 erreicht wurde.

Leider hat der Tod auch im Berichtsjahre wieder eine empfindliche Lücke in den Kreis der Mitglieder gerissen. Der Verlust von rd. 60 Mitgliedern ist zu beklagen, denen der VDE allen stets ein ehrendes Andenken bewahren wird. Die Namen der Verstorbenen werden nachstehend angegeben (die in Klammern beigefügten Zahlen bezeichnen die Stelle des Nachrufes in der ETZ):

Behagel, Heinrich, Ingenieur, Siegen,
Berk, Max, Ober-Ing., Hannover,
Boldt, Walter, Ingenieur, Berlin-Tegel,
Chelius, Otto, Direktor, Biberach a. Riß (1937, S. 335),
Degebrodt, Otto, Direktor, Radebeul,
Dittrich, August, Ingenieur, Darmstadt,
Dornig, Walter, Dr.-Ing. E. h., Berlin-Dahlem (1936, S. 1368),
Dué, Friedr. Wilh., Direktor, Frankfurt a. M. (1937, S. 620),
Ernst, Wilhelm, Ingenieur, Erfurt,
Finzi, Leo, Prof. Dr., Aachen (1937, S. 88),
Gehrung, E., Ingenieur, Stuttgart,
Goll, Karl, Direktor, Berlin-Charlottenburg,
Graetz, Max, Kommerzienrat, Berlin,
Helbling, Werner, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg,
ter Hell, Arnold, Ober-Ing., Halle,
Ibach, Hugo, Dipl.-Ing., Wuppertal-Barmen,
Jahn, Georg, cand. elektr., Dramburg (Pom.),
Kahlhorn, Paul, Ober-Ing., Duisburg,
König, Heinrich, Ober-Ing., Prokurist, Rheydt (1936, S. 1497, 1937, S. 62),
Krippendorf, Alwin, Ingenieur, Köln,
Krüger, Walter, Ober-Ing., Berlin-Charlottenburg (1937, S. 679),
Kühle, Josef, Dr.-Ing., München (1937, S. 464),
Laakmann, Otto, Kaufmann, Frankfurt a. M.,
Lieb, Hugo, Ingenieur, Breslau,
Liebherr, Richard, Ingenieur, Mannheim,
Liebl, Josef, Ober-Ing., Dresden (1936, S. 1334),
Ludin, Adolf, Ober-Ing., Berlin (1936, S. 823),
Mastaglio, Max, Ober-Ing., Berlin-Charlottenburg,
Mathiesen, Wilhelm, Kommerzienrat, Dr.-Ing. E. h., Leipzig (1936, S. 823),
Mertens, Kurt, Ber. Ingenieur, Hamburg,
Meyer, Karl, Dortmund,
Nobis, Alfred, Dr.-Ing., Kötzschenbroda,
Pastor, Ewald, Direktor, Zell (Wiesenthal),
Pesch, Franz, Direktor, Senftenberg (NL.),
Pfennig, Ernst, Direktor, Gebweiler (Elsaß),
Prenzlin, Paul, Ober-Ing., Berlin,
Raacke, Julius, Ingenieur, Aachen,
Redepenning, Karl, Berghauptmann, Halle,
Reichel, Walter, Geheimrat Prof. Dr., Berlin-Lankwitz (1937, S. 620),
Reimer, Herbert, Ingenieur, Berlin,
Roos, Hermann, Direktor, Allensbach a. Bodensee,
Rothert, Alexander, Prof. Dr.-Ing. E. h., Warschau (1937, S. 335),
Sieg, Erich, Generaldirektor Dr., Köln (1937, S. 365),
Scheuplein, Alfred, Direktor, Ober-Ing., München,
Schrengauer, Wilhelm, Ingenieur, Berlin-Charlottenburg,
Schulz, Josef, Elektromeister, Potsdam,
Spannaus, Otto, Dipl.-Ing., Sondershausen,
Spettnagel, Wilhelm, Ober-Ing., Hamburg,
Stoffer, Paul, Direktor Dipl.-Ing., Breslau (1936, S. 852),
Tüshaus, Bernh., Ingenieur, Warendorf (Westf.),
Ullmann, Edgar, Dipl.-Ing., Essen (1936, S. 935 u. 1015),
Voigt, Heinrich, Dr.-Ing., Kassel-Wilhelmshöhe (1937, S. 546),
Weber, Louis, Ingenieur, Hamburg,
Weckeiser, Karl. Ingenieur, Schweidnitz,
Weicht, Karl Otto, Dr., Duisburg,
Weißleder, Fritz, Dir. Dr.-Ing. E. h., Berlin-Lichterfelde (1937, S. 365)
Zeuner, Franz Hanno, Oberreg.-Baurat a. D., Plauen (Vogtl.) (1937, S. 288).

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Abschluß des Heftes: 30. Juli 1937.

[38]) ETZ 57 (1936) S. 573 u. 58 (1937) S. 543.
[39]) ETZ 58 (1937) S. 361, 437.

Für den Textteil verantwortlich: Harald Müller VDE in Berlin, in Vertr.: Hans Winkler VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 12. August 1937** **Heft 32**

Neuere Entwicklungslinien der Elektrizitätsversorgung.

Hauptvortrag zur Mitgliederversammlung des VDE in Königsberg 1937.

Von **Carl Krecke**, Berlin.

Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft.

621. 311. 003

Der Einladung, auf Ihrer Mitgliederversammlung den Hauptvortrag zu halten, bin ich gern gefolgt. Von jeher sind Elektrotechnik und Elektrizitätsversorgung miteinander aufs engste verbunden. Ihre gegenseitige Beeinflussung hat sich immer wieder als Ausgangspunkt fruchtbaren Schaffens erwiesen. Im Sinne dieser engen Gemeinschaftsarbeit begrüße ich die Tagung namens der Reichsgruppe Energiewirtschaft aufs wärmste.

Auf Grund des Energiewirtschaftsgesetzes ist, wie Sie wissen, die Reichsgruppe Energiewirtschaft in die Bearbeitung aller elektrizitätswirtschaftlichen Bauvorhaben eingeschaltet. Schon diese Aufgabe bringt es mit sich, daß ich alle technischen Fortschritte auf dem Gebiet der Elektrizitätserzeugung und -verteilung mit größtem Interesse verfolge. Umgekehrt wird die Richtung Ihrer Arbeit immer mehr durch die großen Ziele der energiewirtschaftlichen Entwicklung bestimmt. Daher möchte ich die Gelegenheit, vor Ihnen zu sprechen, dazu benutzen, um Ihnen möglichst klar und eindeutig die Hauptgesichtspunkte unserer energiewirtschaftlichen Arbeit vor Augen zu führen. Im Anschluß hieran werde ich, ebenfalls als Energiewirtschaftler und vom Standpunkt der Elektrizitätsversorgung aus, auf einige Aufgaben eingehen, die die Elektrizitätswirtschaft auf Grund ihrer Entwicklungsrichtung an die Industrie und insbesondere an die Elektrotechnik stellt oder stellen wird.

Der Elektrizitätsbedarf steigt anhaltend außerordentlich steil an. Schon im vergangenen Jahr wurden in den öffentlichen und betriebseigenen Anlagen Deutschlands rund 42 Milliarden Kilowattstunden erzeugt, d. h. etwa 11 Milliarden mehr als 1929. In der ersten Hälfte des laufenden Jahres hob sich die Erzeugung der öffentlichen Werke abermals um 19 %. Wahrscheinlich wird die Gesamterzeugung im Jahre 1937 an die Grenze von 50 Milliarden Kilowattstunden heranreichen. Es besteht durchaus Anlaß, auch weiterhin mit einem sehr starken Bedarfszuwachs zu rechnen.

Lassen Sie mich nur auf einen besonders wichtigen Punkt hinweisen. Ein wesentlicher Teil des Vierjahresplans besteht in der Lösung roh- und werkstofflicher Aufgaben. Die Erzeugung synthetischer Werkstoffe erfordert in den meisten Fällen große Energiemengen. Schon aus diesem Grunde muß der Energie- und insbesondere der Elektrizitätsverbrauch stark zunehmen. Elektrolytische und elektrothermische Verfahren bilden einen besonders wichtigen Ausschnitt dieser Arbeiten. Ätzalkalien und Chlor, Kalziumkarbid als Ausgangssubstanz für Azetylen und weiter für Erzeugnisse wie Buna, ferner Aluminium und Magnesium — diese und viele andere Erzeugnisse werden in unserer Wirtschaft eine immer größere Rolle spielen.

Der Hinweis auf eine solche Entwicklung zeigt zweierlei:

1. daß der Bedarf an elektrischer Energie und damit auch der Bedarf an Kraftwerkleistung ununterbrochen wächst und in geeigneter Form gedeckt werden muß,
2. daß das Gebot der höchstmöglichen Wirtschaftlichkeit und der unbedingten Sicherheit der Elektrizitätsversorgung immer mehr zu einer Lebensfrage unserer gesamten Wirtschaft wird.

Zur Erreichung unserer großen wirtschaftlichen und sozialen Ziele, insbesondere zum Gelingen des Vierjahresplans ist es also unerläßlich, daß die Elektrizitätswirtschaft die angeforderten großen Energiemengen in wirtschaftlichster Weise zur Verfügung stellt und die unbedingte Zuverlässigkeit der Belieferung gewährleisten kann. Dies gilt ganz besonders bei der Versorgung elektrochemischer und elektrometallurgischer Betriebe, die oftmals mit 8000 und mehr Stunden Benutzungsdauer arbeiten. Zahlreiche Versorgungsunternehmen werden durch diese gesteigerten Anforderungen vor Aufgaben gestellt, die sie allein entweder nicht ausreichend oder überhaupt nicht erfüllen können. Aus diesen Gründen erhält gerade im Zeichen des Vierjahresplans die technische und wirtschaftliche Zusammenarbeit aller Elektrizitätswerke, d. h. also eine lückenlose Verbundwirtschaft, eine überragende Bedeutung — ja, sie wird zur zwingenden Notwendigkeit.

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft hatte bereits vor dem Inkrafttreten des Energiewirtschaftsgesetzes in vieler Hinsicht einen hohen Grad der Vollkommenheit erlangt. Durch das Energiewirtschaftsgesetz vom 13. 12. 1935 konnten weitere Verbesserungen erzielt werden. Das Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit und Sicherheit wird jedoch auch heute noch in vielen Fällen nicht erfüllt, ganz abgesehen davon, daß uns die Entwicklung ständig neue große Aufgaben in dieser Richtung stellt. Wir müssen daher unter allen Umständen einen engen Zusammenschluß aller Erzeugerwerke zu einer in technischer, betrieblicher und wirtschaftlicher Hinsicht möglichst idealen Verbundwirtschaft erreichen.

Digitized by Google

An erster Stelle steht die bezirkliche Zusammenarbeit der Werke, d. h. die Vervollkommnung einer in den einzelnen Reichsteilen bereits angebahnten, mehr oder weniger ergebnisreichen Entwicklung. Die vorhandenen Bezirkshochvoltnetze werden hierfür zumeist die Grundlage bilden. Innerhalb der einzelnen Bezirke sind alle Anlagen technisch, weitgehend aber auch wirtschaftlich zusammenzufassen. Die dadurch möglich werdenden Verbesserungen lassen sich folgendermaßen kennzeichnen:

1. Der Gesamtbetrieb kann straff, planvoll, betriebssicher und wirtschaftlich geführt werden, insbesondere durch bessere Verteilung der Belastung und durch Verringerung der Reserven.
2. Die betriebssichere und wirtschaftliche Versorgung der Rohstoff-Fabriken wird erleichtert, teilweise überhaupt erst möglich gemacht.
3. Für die Dezentralisierung der industriellen Erzeugung und für eine wirtschaftliche und soziale Besserstellung rein ländlicher Gebiete werden die energiewirtschaftlich besten Voraussetzungen geschaffen.
4. Die gesteigerte Verantwortung der örtlichen technischen und kaufmännischen Verwaltungen wird zu einer Besserung des Gesamtergebnisses führen.
5. Infolge des allmählichen Fortfalls aller unnötigen Zwischenspannungen, Zwischenumformungen und Zwischenübergabestellen wird der Betrieb technisch immer mehr vereinfacht werden. Es wird dann in jedem Bezirk schließlich nur noch eine bestimmte Bezirks-Hochspannung, eine bestimmte Orts-Mittelspannung und eine bestimmte Orts-Niederspannung geben.

Ich glaube, daß die Hervorhebung dieser wenigen Punkte genügt, um zu zeigen, wie groß die allgemeinen Vorteile sind, die uns die Erfüllung dieser dringlichsten Aufgabe bringen wird. Auf einige technische Erfordernisse, zu deren Lösung die Elektroindustrie in Zusammenarbeit mit der Elektrizitätsversorgung berufen ist, werde ich später noch kurz zu sprechen kommen. Ich möchte hier aber darauf hinweisen, daß meines Erachtens gerade die bezirksmäßige Vereinheitlichung des technischen Aufbaus der Elektrizitätswirtschaft auch das elektroindustrielle Schaffen in dieser Hinsicht vereinfachen wird. Die Elektroindustrie wird einen Teil ihrer Kräfte, die infolge der Zersplitterung der Stromversorgungsverhältnisse heute noch mit unwirtschaftlicher Kleinarbeit beschäftigt sind, zur Erledigung zukunftsreicher wichtiger Aufgaben freibekommen.

Ich komme nun zu einer zweiten, nicht weniger vordringlichen Aufgabe, dem Ausbau der zwischenbezirklichen Verbundwirtschaft, d. h. der Kupplung der Bezirksnetze untereinander. Ohne eine solche übergeordnete technisch-wirtschaftliche Zusammenfassung der Bezirksorganismen wäre der bezirkliche Verbundbetrieb nur eine halbe Maßnahme. Erst die Schaffung eines derartigen Reichsnetzes bietet wirkliche Gewähr, daß die vorerwähnten großen Vorteile der bezirklichen Verbundwirtschaft voll zur Auswirkung kommen. Darüber hinaus ergibt sich eine Anzahl weiterer Vorteile:

1. Da die Kohlen- und Wasserkraftvorkommen geographisch ungleichmäßig verteilt sind, dient die zwischenbezirkliche Verbundwirtschaft der Regelung der Austauschleistungen von Bezirk zu Bezirk. Hierdurch wird
2. die Sicherheit der Versorgung in allen Teilen des Reiches erheblich gesteigert und
3. die Möglichkeit geschaffen, nicht transportwürdige Brennstoffe und Zwischenerzeugnisse des Stein- und Braunkohlenbergbaus sowie Wasserkräfte, Abfallwärme, Gichtgase usw. so nutzbringend wie nur möglich in Form von Elektrizität in unsere Energiewirtschaft einzubeziehen.

Die aufgezeigten Ziele eines solchen verbundwirtschaftlichen Programms sind jedoch nur ein Teil der zukünftigen Gestaltung der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Seine Krönung findet der bezirkliche und zwischenbezirkliche Zusammenschluß erst durch eine weitgehende Bereinigung auf dem Gebiet der Elektrizitätsverteilung.

Die Zahl und Art der an der Elektrizitätsverteilung mitwirkenden Unternehmen ist gerade in Deutschland ganz außerordentlich groß und vielgestaltig. Der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung sind nicht weniger als 14 000 Unternehmungen und Unternehmer angeschlossen. Eine derartige Ziffer wird sich auf die Dauer um so weniger durchschleppen lassen, als die Existenz der weitaus größten Zahl dieser Unternehmen nicht wirtschaftlich oder technisch begründet, sondern nur historisch zu erklären ist. Die unübersichtliche Vielzahl von Verteilern und Unterverteilern erschwert nicht nur die vertrauensvolle Zusammenarbeit nach einheitlichen Gesichtspunkten, sondern erhöht fast immer auch die Energiekosten für den Verbraucher weit über das notwendige Maß hinaus.

Hier muß gründliche Abhilfe geschaffen werden, denn wir haben die Pflicht, uns mit Hilfe aller nur möglichen Maßnahmen insbesondere auch betriebswirtschaftlicher und organisatorischer Art zu einem elektrizitäts billigen Lande zu entwickeln. Dies wird sich ausgezeichnet verwirklichen lassen, wenn die Verteilung so organisiert wird, daß die technischen und wirtschaftlichen Belange der Erzeugerwerke und diejenigen der Versorgungsgebiete gleichermaßen zur Geltung kommen. Die Möglichkeiten einer günstigen Beeinflussung der Belastungsverhältnisse eines großen, einheitlich versorgten Gebietes durch geeignete Werbung und großzügige Gestaltung absatzfördernder Tarife, ferner der bereits früher genannte Ausgleich zwischen städtischer und ländlicher Versorgung sowie all die wirtschaftlich-technischen Vorteile einer verständnisvollen Zusammenarbeit von Erzeugung und Verteilung sind nur einige der Vorzüge, die sich bei einer gedeihlichen Entwicklung der Verteilungswirtschaft ergeben.

Ausbau der Verbundwirtschaft und Verbesserung der Verteilung bilden nach dem Gesagten die unentbehrliche Voraussetzung dafür, daß alle Verbrauchergruppen in allen Gebieten des Deutschen Reiches so billig wie irgend möglich versorgt werden können.

Die vorhandene Tendenz der sinkenden Elektrizitätspreise wird sich demnach bei Erfüllung dieser Voraussetzung in verstärktem Maße fortsetzen. Wenngleich nun die gekennzeichnete Entwicklung wesentlich bedingt ist durch Anforderungen der Großabnehmer, so ist es doch von ausschlaggebender Bedeutung, daß an den Ergebnissen dieser Entwicklung auch alle Kleinabnehmergruppen weitgehend beteiligt werden. Dies ist schon aus sozialen Gründen wünschenswert, denn vervielfachter Energieverbrauch der Bevölkerung ist gleichbedeutend mit sozialem Fortschritt. Aber auch naheliegende wirtschaftliche Gründe sprechen dafür. Zu fördern sind insbesondere solche Verbrauchsarten, die zeitlich günstig liegen und somit eine weitere Steigerung des Verbrauches ohne gleichzeitige Erhöhung der Spitzenbelastung bringen. Auch in Versorgungsgebieten mit hochentwickeltem Gasverbrauch kann infolge der vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der elektrischen Energie der Elektrizitätsverbrauch noch außerordentlich gesteigert werden, ohne daß die Gasversorgung dadurch gehemmt würde. Noch größer sind die Möglichkeiten vervielfachter Elektrizitätsanwendung in den nicht mit Gas versorgten Gebieten, z. B. in den rein ländlichen Bezirken. Dort stellt ein erhöhter Elektrizitätsverbrauch vor allem einen entscheidenden Beitrag zur Steigerung der landwirtschaftlichen Erzeugung dar.

Digitized by Google

Diesen Zielen soll im Interesse der Kleinabnehmer einschließlich des kleinen und mittleren Gewerbes der eingeleitete, aber noch längst nicht abgeschlossene Tarifumbau dienen. Das Hauptziel der Reichsgruppe Energiewirtschaft ist, daß in allen Versorgungsgebieten den Kleinabnehmern möglichst leichtverständliche, einheitliche, zum Mehrverbrauch anregende Grundpreis- und Regelverbrauchtarife zur Verfügung stehen.

Zusammengefaßt sind also die Hauptgesichtspunkte der weiteren elektrizitätswirtschaftlichen Entwicklung:

1. die bezirkliche Verbundwirtschaft, die sämtliche Erzeugerwerke umfaßt,
2. die zwischenbezirkliche Verbundwirtschaft,
3. eine weitgehende Vereinfachung der Elektrizitätsverteilung und
4. die Ordnung des Tarifwesens.

Nur dann, wenn diese Arbeiten durchgeführt sind, kann die Elektrizitätswirtschaft den großen Anforderungen nachkommen, die Volk, Staat und Wirtschaft an sie stellen. Auf dieser Grundlage wird sie von allen technischen Fortschritten in denkbar größtem Maße Gebrauch machen können. Dann scheint mir auch die Unterbringung großer Energiemengen, mit deren Anfall wir in einigen Gebieten zu rechnen haben, lösbar zu sein. Ich werde hierauf noch zu sprechen kommen.

Die großen Entwicklungslinien der Elektrizitätswirtschaft mußte ich zwangläufig an die Spitze dieser Überlegungen stellen, denn die technische Durchführung muß den geschilderten Anforderungen gerecht werden. Dies gilt zunächst für den weiteren Ausbau der Erzeugungsanlagen.

Die stürmische Aufwärtsentwicklung unseres Elektrizitätsbedarfs läßt die Frage nach dem zweckmäßigsten Einsatz der uns zu Gebote stehenden Energiequellen immer von neuem auftauchen. Von der Erzeugung der öffentlichen Werke, die sich 1936 auf rund 24 Milliarden Kilowattstunden stellte, entfallen etwas mehr als 30 % auf die Steinkohle, nahezu 50 % auf die Braunkohle und etwa 20 % auf die Wasserkraftwerke. Am gesamten Steinkohlenverbrauch sind die öffentlichen Werke mit etwa 3 % beteiligt. Die Elektrizitätswirtschaft tritt also — rein mengenmäßig gesehen — in ihrem Steinkohlenbedarf hinter anderen Kohleverbrauchern erheblich zurück.

Die bekannten Verlagerungen in der Verwendung von Steinkohle, Braunkohle und Wasserkräften zur Stromerzeugung vollzogen sich bisher auf der Grundlage des Wettbewerbs der Energieträger. Dieser Wettbewerb bleibt grundsätzlich auch weiterhin ebenso wichtig und unentbehrlich wie der Wettbewerb der verschiedenen Energiearten. Wollten wir die Elektrizitätswirtschaft zwingen, sich in starrer Weise auf ganz bestimmte Kohlenmengen, Kohlensorten und Bezugsquellen einzustellen, so würde sie mehr und mehr unfähig werden, den Forderungen nach unbedingter Sicherheit und möglichster Billigkeit nachzukommen.

Neben diesen grundsätzlichen Feststellungen steht neuerdings die Frage im Vordergrund, wie weit der Steinkohlenabsatz, der in seiner Zusammensetzung vorwiegend von außerhalb der Elektrizitätswirtschaft liegenden Fragen abhängt, von der Elektrizitätsseite her überhaupt beeinflußt werden kann. Tatsache ist, daß sich der Steinkohlenabsatz in seiner Zusammensetzung geändert hat und noch weiterhin ändert und daß zweifellos auch die Elektrizitätswirtschaft berufen ist, an der Lösung einiger hierdurch aufgeworfener Aufgaben mitzuwirken. Vorwiegend handelt es sich hierbei um die Fortsetzung einer Entwicklungserscheinung, zu der die Elektrotechnik, der Kessel- und Maschinenbau und die Elektrizitätsversorgung selbst bereits entscheidende Beiträge geliefert haben, nämlich um die Verwendung von Kohlensorten und Zwischenprodukten, die anderweitig schwer oder überhaupt nicht verkäuflich sind. Erst die neueren Feuerungskonstruktionen haben die Verwendung auch solcher Brennstoffe für die Elektrizitätserzeugung wirtschaftlich möglich gemacht. Auf diese Weise wurde insbesondere die Feinkohle, die lange Jahre hindurch die am meisten notleidende Kohlensorte war, erfolgreich in die Energiewirtschaft einbezogen.

Im Zusammenhang mit dieser Entwicklung wird gegenwärtig von verschiedenen Zechenkreisen dem Sortenproblem eine geringere Bedeutung beigemessen als dem Qualitätsproblem. Mit der Entwicklung verschiedener neuer industrieller Fabrikationsverfahren haben sich bekanntlich die Ansprüche an die Qualität der Kohle und des Kokses fortlaufend gesteigert. Der Aschegehalt darf bei der Lieferung von Hydrierkohle oder von Koks zu hochwertigen Verhüttungsverfahren bestimmte, meist nur sehr niedrige Anteile nicht überschreiten. Bei der dadurch erforderlich gewordenen stärkeren Auswaschung wird zwangläufig der Anfall an minderwertigen, oft sehr aschereichen Brennstoffen immer größer. Eine Möglichkeit zweckmäßiger Ausnutzung dieser Mengen, deren Umfang sich mit der Verwirklichung des Vierjahresplans noch erheblich steigern wird, beziehungsweise derjenigen Sorten, bei denen jeweils Absatzschwierigkeiten vorliegen, sieht der Steinkohlenbergbau in der Elektrizitätswirtschaft. Die erforderliche Dezentralisierung der Elektrizitätserzeugung wird meines Erachtens in zahlreichen Fällen sachliche Voraussetzungen hierfür schaffen.

Zweifellos ist eine noch stärkere Einschaltung der sonst wenig oder gar nicht verwendbaren Brennstoffe in die Elektrizitätsversorgung nach Lage der Dinge eine geeignete Teillösung des sogenannten Qualitätsproblems. Es wäre aber falsch, die wenig wertvollen Brennstoffe nur von dem Gesichtspunkt aus in elektrische Energie umzuwandeln, daß sich auf diese Weise vielleicht der höchste privatwirtschaftliche Nutzen für die Steinkohle erzielen lasse. Wir müssen, wie ich schon nachdrücklich betonte, mit allen Mitteln auf eine stete Senkung der Elektrizitätspreise hinarbeiten. Die Hauptfrage kann also auch in Hinsicht auf das dargestellte Qualitätsproblem der Steinkohle nur lauten: Wie kann eine solche Umstellung zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und zu einer Herabsetzung der gesamten Gestehungskosten beitragen? Diese Fragestellung steht bei dem gesamten elektrizitätswirtschaftlichen Anlagenausbau am Anfang aller Überlegungen. Sie ist daher auch für die geschilderten Zusammenhänge entscheidend.

Aus volkswirtschaftlichen Gründen ist zweifellos eine möglichst zweckmäßige Verwertung auch der minderwertigsten Sorten und Zwischenprodukte des Steinkohlenbergbaues geboten. Dabei handelt es sich um außerordentlich beachtliche Mengen. Man hat geschätzt, daß in wenigen Jahren der Anfall an Zwischenprodukten, an Koksgrus und Abfallenergie der Hütten allein im Ruhrgebiet einem Gegenwert mehrerer Milliarden Kilowattstunden entsprechen wird. Wir werden also, wenn die Entwicklung in der angedeuteten Weise vor sich geht, dazu kommen, daß mit dem Ausbau bestimmter industrieller Verfahren zwangläufig auch eine außerordentlich große Elektrizitätsmenge „anfällt" und daß für deren Verwertung dann ebenso ein Markt entwickelt werden muß wie etwa für das im Kokereiprozeß anfallende hochwertige Kokereigas. Voraussetzung hierfür bildet, wie ich schon einleitend betonte, der Ausbau der Verbundwirtschaft.

Seit der Mitteilungs-Verordnung vom 30. 7. 1934 haben wir uns in der Energiewirtschaft daran gewöhnt, Sonderwünsche zurückzustellen und Meinungsverschiedenheiten durch unmittelbare Verhandlungen aus dem Wege zu räumen. Im gleichen Geist wird die Bearbeitung der energiewirtschaftlichen Bauvorhaben auf Grund des Energiewirtschaftsgesetzes vorgenommen. Ich glaube, daß auch die Lösung der von der Zechenseite her aufgeworfenen neuen Probleme am besten und schnellsten in einer

Digitized by Google

unmittelbaren Aussprache der Beteiligten gefunden werden kann.

Die Grundgedanken hinsichtlich der gestreiften Steinkohlenfragen lassen sich vom elektrizitätswirtschaftlichen Standpunkt aus etwa folgendermaßen zusammenfassen:

1. Eine stärkere Einschaltung der Steinkohle, insbesondere der minderwertigen sonst kaum verkäuflichen Sorten und Zwischenprodukte in die Elektrizitätswirtschaft erscheint geboten und ist vor allem dann zweckmäßig, wenn bei richtiger Lenkung und gerechter Preisgestaltung die Wettbewerbskraft gestärkt und durch Dezentralisierung die Sicherheit erhöht wird.
2. Alle leistungsfähigen Zechenkraftwerke müssen in die Verbundwirtschaft der öffentlichen Versorgungsunternehmen eingegliedert werden. Veraltete Anlagen werden, soweit es betriebswirtschaftlich gerechtfertigt ist, entsprechend dem neuesten technischen Entwicklungsstand erneuert und erweitert. Die überschüssigen Elektrizitätsmengen werden zu einem möglichst niedrigen Preis an die öffentlichen Unternehmen abgegeben.
3. Die öffentlichen Elektrizitätswerke schalten sich in die aus dem Sorten- und dem Qualitätsproblem der Steinkohle entspringenden Aufgaben von sich aus möglichst weitgehend ein. Eine wichtige Voraussetzung hierfür bildet die zweckmäßige Gestaltung der Kohlenpreise.
4. Diese und ähnliche Maßnahmen dürfen nicht auf Kosten der bereits vorhandenen, mit anderen Energieträgern arbeitenden Erzeugungsanlagen erfolgen, sie dürfen auch nicht die Form einer starren Generallösung haben. Vielmehr muß, wie dies ja auch sonst für den gesamten energiewirtschaftlichen Anlagenausbau zutrifft, stets eine Einzelentscheidung von Fall zu Fall getroffen werden.

Infolge ihrer vordringlichen Bedeutung habe ich die Fragen der Steinkohlenverwertung mit größerer Ausführlichkeit behandelt. Ich möchte jedoch darauf verweisen, daß sie keineswegs das einzige Problem darstellen, das die Elektrizitätswirtschaft auf der Seite der Erzeugung zu lösen hat. Auch auf dem Braunkohlengebiet stellt der Anfall bestimmter Zwischenprodukte der Elektrizitätswirtschaft ähnlich wichtige Aufgaben.

Die Entwicklung des Ausbaues der Wasserkräfte ist ebenfalls noch nicht abgeschlossen. Hier sind die Möglichkeiten der Stromerzeugung vielfach mit dem Bau von Schiffahrtswegen, mit Fragen der Wasserversorgung und anderen volkswirtschaftlichen Aufgaben verknüpft. Der weitere Wasserkraftausbau sollte insbesondere deswegen nicht vernachlässigt werden, weil neuzeitliche Wasserturbinen mit höchstem Wirkungsgrad die Ausnutzung einer auf unbeschränkte Zeit verfügbaren Energiequelle gestatten. Wasserkraftspeicher haben sich im Verbundbetrieb als geeignete, z. T. stets einsatzbereite Spitzenkraftwerke erwiesen.

Die verschiedenen Kohlensorten und die anfallenden Zwischenprodukte lassen sich in dem zu erwartenden großen Umfang nur dann nutzbringend verwerten, wenn der Kraftwerkbau für seine Kesselanlagen die damit zusammenhängenden Aufgaben befriedigend löst. Dies ist erfreulicherweise schon jetzt weitgehend der Fall. Wir sind heute in der Lage, tatsächlich jeden Brennstoff, auch das minderwertigste Material, in einer entsprechenden Feuerung einwandfrei zu verbrennen; auch die Verfeuerung von Braunkohlenschwelkoks wird als technisch gelöst angesehen. Die hierbei bereits gesammelten Erfahrungen müssen für neue Schwelkokskraftwerke nutzbringend verwertet werden. Anzustreben wäre nach Lage der Dinge eine Feuerung, die sich insbesondere im Notfalle auf Brennstoffe verschiedenster Herkunft und Qualität stützen kann. Das bedeutet nicht, daß wir darauf angewiesen sind, unbedingt in jedem Kraftwerk die verschiedenen, voneinander außerordentlich stark abweichenden Brennstoffe unter normalen Verhältnissen nacheinander oder durcheinander zu verfeuern. Je mehr aber die Elektrizitätswirtschaft über Feuerungsanlagen verfügt, die sich bei einer erzwungenen Änderung der Brennstoffe ohne Schaden für den Betrieb und ohne wesentliche Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit entsprechend umstellen können, um so besser wird es um die Sicherheit und die Zuverlässigkeit der gesamten Elektrizitätsversorgung bestellt sein.

Im Kesselbau muß den heutigen roh- und werkstofflichen Erfordernissen unbedingt Rechnung getragen werden. Dies bedingt neben der Einfachheit und Vereinheitlichung der Anlagen sowie Verzicht auf übertriebene Sicherheitsforderungen die Verwendung von Werkstoffen, die sich unserer Werkstofflage von Fall zu Fall am besten anpassen. Daher sollten z. B. devisenbelastete legierte Stähle im allgemeinen nur da angewendet werden, wo sie dringend notwendig sind. Diese Forderungen müssen natürlich auch im Turbinenbau sinngemäß berücksichtigt werden.

Beeinflußt wurde der Kessel- und Turbinenbau in den letzten Jahren immer stärker durch die Einführung des Höchstdruckes, der eine erhebliche Senkung des spezifischen Brennstoffverbrauches möglich gemacht hat. Gefördert wurde diese Entwicklung dadurch, daß die Unterschiede in den Gesamtanlagekosten eines Höchstdruckkraftwerkes und eines Kraftwerkes von z. B. 40 bis 50 at immer kleiner geworden sind. Trotzdem ist meines Wissens die Zweckmäßigkeit des Höchstdruckes für reine Kondensationskraftwerke noch umstritten. Anders liegen dagegen — und dies ist für die Erneuerung der Zechenanlagen wichtig — die Verhältnisse beim Gegendruckbetrieb, bei dem die Kilowattstunde mit einem Aufwand von 1100 bis 1200 Wärmeeinheiten erzeugt werden kann. Die Überlegenheit des Hochdrucks tritt im allgemeinen um so stärker hervor, je größer der Heizdampfbedarf ist und je mehr Leistung hierdurch im reinen Gegendruckbetrieb erzeugt werden kann. Die weitgehende Umstellung der Elektrizitätsversorgung großer chemischer Betriebe auf Höchstdruck ist darauf zurückzuführen, daß hierbei bei hoher Benutzungsdauer ein erheblicher Wärmebedarf vorhanden ist, gleichzeitig aber auch die Möglichkeit, große Strommengen im eigenen Betrieb unterzubringen.

Unsere Rohstofflage und die damit zusammenhängenden Fragen der Liefertermine haben zu der Erkenntnis geführt, daß, wie bereits erwähnt, auch die Maschinengrößen im Kraftwerkbau wesentlich vereinheitlicht werden müssen. In diesem Sinne hat die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung zusammen mit den zuständigen Fachgruppen der Wirtschaftsgruppen Stahl- und Eisenbau und Maschinenbau sowie mit anderen nahestehenden Organisationen eine sehr dankenswerte Arbeit geleistet, indem sie für die Wahl der Drücke, Temperaturen und Leistungen bei Neubauten und Erweiterungen von Dampfkraftwerken bestimmte Richtlinien ausgearbeitet hat. Die in diesen Richtlinien erstrebte Vereinheitlichung soll im Interesse sowohl der Hersteller als auch der Bezieher die übermäßige Vielzahl von Bauarten überwinden. Mir erscheint diese Ausarbeitung schon deswegen wichtig, weil sie offenbar einen wesentlichen Beitrag zur Ersparnis von Material, zur Vereinfachung des Fabrikationsganges, zur Erzielung kürzerer Liefer- und Bautermine und zur Erleichterung der Reservehaltung bedeutet. Diese nützliche Gemeinschaftsarbeit wird sich vielleicht auch in anderer Hinsicht als anspornendes Beispiel auswirken. Selbstverständlich wird dafür gesorgt werden, daß die Entwicklung durch diese Maßnahmen nicht erstarrt.

Man erkennt jetzt ganz allgemein an, daß von bestimmten Größenwerten der Kessel-, Turbinen- und Generatoreneinheiten ab die Anlage- und Betriebskosten nicht mehr wesentlich fallen. Diese Erwägungen lassen es im Zusammenhang mit anderen übergeordneten Gesichts-

Digitized by Google

punkten als zweckmäßig erscheinen, bei neuen Kraftwerkbauten einerseits Kleinstanlagen zu vermeiden, anderseits aber auch über Kraftwerkleistungen von etwa 150 000 kW nicht hinauszugehen.

Vom Standpunkt der Elektrizitätswirtschaft lassen sich somit folgende Hauptgesichtspunkte des Kraftwerkbaues herausheben:

1. Der Feuerungs- und Kesselbau muß der künftigen Gestaltung unserer Brennstoffversorgung Rechnung tragen.
2. Der Hoch- und Höchstdruckanwendung ist sowohl bei Neuanlagen als auch bei Werkerneuerungen größte Beachtung zu schenken.
3. Rohstoff- und Lieferterminfragen machen eine Vereinheitlichung der Maschinengrößen und Bauarten erforderlich.
4. Kleinsterzeugungsanlagen sind ebenso zu vermeiden wie Mammut-Kraftwerke.

Daß uns das Energiewirtschaftsgesetz weitgehende Möglichkeiten gibt, die Entwicklung des Anlagenausbaues in der gewünschten Richtung zu lenken, bedarf keiner besonderen Betonung.

Und nun einige Bemerkungen zur technischen Seite des Netz-Verbundbetriebes! Der im Rahmen des verbundwirtschaftlichen Ausbaues erforderliche Zusammenschluß großer Netze stellt meines Erachtens an die Technik zwar keine grundsätzlich neuen Probleme, wohl aber eine ganze Reihe wichtiger Einzelaufgaben.

Auf dem Gebiet des Transformatorenbaues konnte unter stärkster Ausnutzung der Baustoffe ohne jeglichen Nachteil eine außerordentlich hohe Betriebssicherheit erreicht werden. Wünschenswert erscheint es, ähnlich wie beim gesamten Anlagenausbau die Bauarten noch mehr als bisher zu vereinfachen und zu vereinheitlichen und nur noch ganz bestimmte Größenklassen zu bevorzugen. Dadurch werden sich auch hier nicht nur die Lieferzeiten verkürzen lassen, sondern auch die Austauschbarkeit der Transformatoren wird in wesentlich größerem Umfang möglich werden, insbesondere durch Verwendung von Wandertransformatoren. Diese dringlichen Forderungen sind um so einfacher zu verwirklichen, je mehr mit fortschreitendem Ausbau der bezirklichen und zwischenbezirklichen Verbundwirtschaft die jetzige Vielzahl von Spannungen verringert werden kann.

Beim Bau von Schaltanlagen müssen die schon sehr erfolgreichen Bemühungen fortgesetzt werden, die Verwendung von Öl zu beschränken und die Kurzschlußfestigkeit entsprechend dem fortschreitenden Zusammenschluß der Netze zu erhöhen. Die sehr günstigen Erfahrungen mit öllosen und ölarmen Leistungsschaltern haben nach und nach die Bauweise der Schaltanlagen grundlegend beeinflußt und zu Lösungen geführt, die sich durch Platzersparnis, gesteigerte Übersichtlichkeit und große Bedienungssicherheit auszeichnen. Auch hier ist die Erleichterung der Austauschmöglichkeit im Vergleich zu früheren Bauarten außerordentlich wichtig.

Bei den Schaltanlagen und ebenso beim Bau von Freileitungen und Kabeln kommt der Umstellung auf Aluminium entscheidende Bedeutung zu. An der Lösung wichtiger sich aus dieser Umstellung ergebender Aufgaben hat eine Reihe von Elektrizitätsversorgungsunternehmen erfolgreich mitgewirkt. Wichtig ist, daß die Gewittersicherheit der Freileitungen durch die Forschungsarbeiten der letzten Jahre wesentlich vervollkommnet wurde.

Auch beim Kabelbau konnte, wenn wir von den Kleinstquerschnitten absehen, Kupfer gegen Aluminium ausgetauscht werden. Einen wesentlichen Fortschritt sowohl hinsichtlich der Betriebssicherheit als auch der Wirtschaftlichkeit stellt zweifellos die Anwendung von Öl- und wahrscheinlich auch von Gasdruck-Kabeln dar. Dringlich erscheint angesichts der immer stärkeren Nachfrage nach geeigneten Kabeln nach wie vor der verstärkte Austausch von Blei und Isolierstoffen gegen geeignete deutsche Stoffe. Hier liegen bereits verschiedene Vorschläge vor. Die weitere Ausbautätigkeit würde günstig beeinflußt werden, wenn auch in dieser Hinsicht endgültige und einwandfreie Lösungen so rasch als möglich gefunden werden könnten.

Bei den weiteren Aufgaben, die der Zusammenschluß der Netze im Verbundbetrieb mit sich bringt, will ich mich ebenfalls nur auf die allerwesentlichsten Erscheinungen beschränken. Es ist sehr wichtig, daß es mehr als bisher gelingt, die Schutzeinrichtungen für die Hochspannungsleitungen zu vereinfachen sowie die Einrichtungen für die Lastverteiler der einzelnen Netzverbände zu vereinheitlichen. Für den Betrieb mit den Bezirksnetzen, die über die zwischenbezirklichen Höchstspannungsleitungen zusammengeschaltet werden sollen, muß die Entwicklung besonderer Frequenz- und Fahrplan-Regeleinrichtungen nachdrücklich gefördert werden. Diese sollen u. a. die Frequenzhaltung bei plötzlichen Netztrennungen erleichtern und eine bessere gegenseitige Unterstützung der einzelnen Netze beim Ausfall von Kraftwerken gewährleisten.

Zum Schluß noch ein Wort über die elektrischen Verbrauchsgeräte. Ich habe eindringlich darauf hingewiesen, daß wir — und zwar bei allen Abnehmergruppen — zu einem wesentlich größeren Elektrizitätsverbrauch und zu möglichst niedrigen Elektrizitätspreisen kommen müssen. Dies wird aber nicht nur von der Lösung der verbundwirtschaftlichen Aufgaben, von der Vereinheitlichung der Elektrizitätsverteilung und von tariflichen Maßnahmen abhängen; vielmehr ist dies auch eine Frage der billigen Geräte. Es wird meines Erachtens eine recht wichtige Aufgabe der Elektrotechnik sein, im Einklang mit den geschilderten elektrizitätswirtschaftlichen Bemühungen an einer weiteren Verbilligung aller elektrischen Einrichtungen und Geräte zu arbeiten. Diese Aufgabe darf auch angesichts der vordringlichen roh- und werkstofflichen Umstellungen nicht vernachlässigt werden. Von ihrer Lösung hängt das Gelingen einer möglichst umfangreichen Elektrizitätsanwendung entscheidend ab. Die genannten Bestrebungen, den Bau von Kesseln, Maschinen und Transformatoren auf eine vernünftige Auswahl zu beschränken, sollten recht bald eine Parallele auf dem leider noch viel unübersichtlicheren Gebiet der Geräte zur Elektrizitätsanwendung finden. Erstens wird eine gesunde Beschränkung der Bauarten und der Größenklassen zu einer Verbilligung der Geräte beitragen, zweitens lassen sich auf diese Weise Werbung und Vertrieb wesentlich vereinfachen und vereinheitlichen.

Dies sind in großen Zügen die Hauptentwicklungslinien der deutschen Elektrizitätsversorgung, wie ich sie von meinem Standpunkt aus als Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft sehe. Ich habe versucht zu zeigen, welche Anforderungen im Interesse höchster Wirtschaftlichkeit, größtmöglicher Billigkeit, vor allem aber einer unbedingten Sicherheit an die Elektrizitätsversorgung gestellt werden. Mit besonderem Nachdruck habe ich betont, daß die Vervollkommnung des verbundwirtschaftlichen Ausbaues eine unentbehrliche Voraussetzung für die gesamte weitere Ausgestaltung der Elektrizitätswirtschaft darstellt und daß die hier zu lösenden Aufgaben keinen weiteren Aufschub gestatten. Die Darstellung zeigte im übrigen, wie sehr bei der weiteren Entwicklung alle Teile der Elektrowirtschaft aufeinander angewiesen sind und welche Bedeutung der Gemeinschaftsarbeit aller Beteiligten zukommt. Daß in diesem Rahmen allen Bemühungen um tunlichste Vereinheitlichung und Verringerung der Bauarten und um weitestgehende Austauschmöglichkeit der allergrößte Wert beizumessen ist, bedarf nach dem Gesagten keiner besonderen Betonung.

Die Tatsache, daß Deutschland in diesem Jahr eine Stromerzeugung von nahezu 50 Milliarden Kilowattstunden

Digitized by Google

erreichen wird, ist zweifellos ein erfreuliches Merkmal der anhaltenden Aufwärtsentwicklung der Elektrizitätswirtschaft. Aber je stärker jedes Glied der Wirtschaft und jeder einzelne auf die Verfügung über immer größere Energiemengen angewiesen ist, desto größer wird für uns alle die Verantwortung. Mögen die Aufgaben, die uns gestellt sind, noch so umfangreich und vielgestaltig sein, ich habe dennoch die feste Überzeugung, daß wir in Fortsetzung des schon Erreichten auch mit noch schwierigeren Aufgaben fertig werden. Der erste große elektrotechnische Entwicklungsabschnitt ist jetzt abgelöst durch ein Zeitalter, dem das harte Müssen seinen Stempel aufdrückt. War es früher in erster Linie der Ingenieur, der die Entwicklungslinien ausschlaggebend beeinflußte, so sind es heute die großen nationalen und sozialen Ziele, die die Richtung unseres gesamten Schaffens bestimmen. Mögen daher alle an der elektrowirtschaftlichen Entwicklung beteiligten Kräfte nicht nur den technischen Fortschritt an sich, nicht nur die gesteigerte Wirtschaftlichkeit an sich im Auge haben, sondern im Letzten immer nur die Besserung unserer gesamten Wirtschaft und die Wohlfahrt unseres gesamten Volkes!

---

10 Jahre Regeltransformatoren mit Jansen-Schaltern.

Von **Bernhard Jansen VDE**, Regensburg.

621. 314. 214 + 621. 316. 549. 072. 2

Übersicht. Nach einer Erörterung der theoretischen Grundlagen beschreibt der Verfasser die verschiedenen praktischen Anwendungsmöglichkeiten des Schaltprinzips sowohl hinsichtlich der Konstruktion der Stufenschalter als auch hinsichtlich deren Zusammenbau mit dem Transformator an Hand von Abbildungen und Schrifttumhinweisen.

Vor nunmehr zehn Jahren kamen die ersten größeren Regeltransformatoren, die mit Stufenschalteinrichtungen System Dr. Jansen ausgerüstet waren, in Betrieb. Ihre gute Bewährung und das immer drängender werdende Problem der Spannungsregelung in Hoch- und Höchstspannungsnetzen waren die Veranlassung dazu, daß diese Stufenschalteinrichtungen sich in den folgenden Jahren, sowohl was ihre konstruktive Gestaltung als auch was ihren Zusammenbau mit dem Transformator angeht, in raschester Weise weiterentwickelt haben. Nachdem heute ein gewisser technischer Abschluß erzielt worden ist, lohnt es sich, auf die Entwicklung dieser Stufenschalteinrichtungen (kurz Jansen-Schalter genannt) in den letzten zehn Jahren einen Rückblick zu halten.

Die Aufgabe einer Stufenschalteinrichtung ist eine doppelte:

1. Wählvorgang. Aus mehreren an die Stufenschalteinrichtung herangeführten Anzapfungen eines Stufentransformators wird die jeweils gewünschte Anzapfung ausgewählt und mit der Stromableitung verbunden.
2. Lastumschaltvorgang. Bei Veränderungen in den Betriebsbedingungen wird die Stromableitung unter Last auf eine andere Anzapfung umgeschaltet, ohne daß der normale Betrieb unterbrochen oder eingeschränkt werden muß.

Die hier zu behandelnden Jansen-Schalter erfüllen diese ihre Aufgabe in jeder Transformatorenphase mit Hilfe von an der Reihe der feststehenden Anzapfungskontakte entlang bewegten oder sonstwie mit diesen Anzapfungen in Verbindung gebrachten Hauptkontakten, denen während der Umschaltung von einer Anzapfung zur anderen vorübergehend zwei ebenfalls bewegliche Hilfskontakte zur Verfügung stehen, die mit den Hauptkontakten über ohmsche Widerstände in Spannungsteilerschaltung verbunden sind. Außerdem ist zum sicheren, von der Bedienung unabhängigen und kurzzeitigen Durchführen des Umschaltvorganges in den Lastumschalter ein Kraftspeicher eingebaut, der die notwendigen Bewegungen so kurzzeitig ausführt, wie es mit Rücksicht auf die sichere Löschung der an den Hauptkontakten und Hilfskontakten auftretenden Lichtbögen möglich ist.

Konstruktiv sind die Jansen-Schalter so ausgebildet, daß die obengenannten beiden Hauptvorgänge, nämlich der Wählvorgang und der Lastumschaltvorgang, sowohl von getrennten als auch von zusammengebauten Schaltelementen ausgeführt werden können. Die Praxis hat sich so herausgebildet, daß bei kleineren Leistungen die zusammengebaute und bei größeren Leistungen die getrenntgebaute Ausführungart bevorzugt wird.

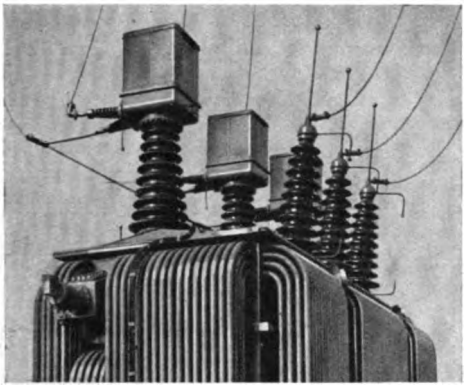
I. Bisher entwickelte Ausführungsformen von Regeltransformatoren mit Jansen-Schaltern.

Im Anfang der Entwicklung, als die Forderung, die Anzapfungen eines Transformators mit Hilfe einer Stufenschalteinrichtung während des Betriebes umzuschalten, noch neu und ungewohnt war, forderte der Transformatorenbauer kategorisch, daß die Stufenschalteinrichtung, deren Betriebssicherheit er nicht hoch einschätzte, getrennt von dem Transformator aufgestellt würde, damit bei einem evtl. auftretenden Schaden nicht die Qualität seines Transformators in Zweifel gezogen würde. Die sich aus einer getrennten Aufstellung ergebende Notwendigkeit, von dem Transformator zur Stufenschalteinrichtung die große Zahl der Anzapfleitungen herüberzuführen, wurde um so lieber in Kauf genommen, als damals bei den meisten Firmen die Transformatoren einerseits und die Stufenschalter anderseits noch in verschiedenen Fabriken gebaut wurden. Die ersten größeren, bei der Preußen-Elektra zur Aufstellung gelangten Jansen-Schalter [Gruppenzeichen A I 1a][1]) wurden deshalb getrennt vom Transformator aufgestellt[2]). Erst die guten Erfahrungen, die man hinsichtlich der Betriebssicherheit der Stufenschalteinrichtungen machte, führten in Verbindung mit dem inzwischen aufgetretenen größeren Bedarf und der gewonnenen Erkenntnis über die preislichen und betriebstechnischen Vorteile zu einem engeren Zusammenarbeiten von Transformatorkonstrukteur und Apparatekonstrukteur und damit zum organischen Zusammenbau von Transformator und Stufenschalteinrichtung, wie wir ihn heute für Transformatorengrößen, die noch einschließlich Regelung bahntransportfähig sind, gewohnt sind. In Anlehnung an die amerikanische Praxis baute man zunächst die Stufenschalteinrichtungen in besondere Ölkästen ein, die an der Seite des Transformatorgefäßes angebracht waren, und deren Öl durch eine Trennwand von dem eigentlichen Transformatoröl abgesondert wird[3]). (Gruppenzeichen B I 1a oder 3a.) Aber die Hindurchführung der vielen Leitungen

[1]) Die Bedeutung des Gruppenzeichens geht aus S. 877 dieses Heftes hervor.
[2]) B. Jansen, ETZ 50 (1929) S. 521.
[3]) B. Jansen, Elektrizitätswirtsch. 29 (1930) S. 162.

Digitized by Google

durch diese Trennwand und insbesondere die Lösung dieser Verbindungen bei einem Herausnehmen des Transformatorkerns aus dem Ölkasten macht erhebliche Schwierigkeiten. Die Entwicklung suchte besonders dem letzteren Nachteil dadurch zu begegnen, daß der die Stufenschalteinrichtung enthaltende Kasten auf den Deckel des Transformators aufgebaut wurde. Das war nur zu erreichen, wenn die Stufenschalteinrichtung so eng zusammengebaut und nur mit einer so geringen Ölmenge ausgestattet zu werden brauchte, daß für die Isolatoren und sonstigen Gegenstände noch genügend Platz auf dem Transformatordeckel übrigblieb. Hierbei war von ausschlaggebender Bedeutung, daß die Jansen-Schalter einen bedeutend geringeren Platz- und Ölbedarf als die in der amerikanischen Praxis üblichen Stufenschalteinrichtungen mit langsam geschalteten Reaktanzen haben; denn die Anwendung von schnell geschalteten ohmschen Widerständen in Spannungsteilerschaltung bringt eine erhebliche Verminderung der Schaltleistungen und der Funkendauer mit sich. Außerdem erfolgen sämtliche Abschaltungen bei Phasengleichheit von Strom und wiederkehrender Spannung.



Baujahr 1933.
Gruppenzeichen: C I 1a.

Abb. 1. Zusatztransformator 100 000 kVA, 110 kV, Lastumschalter einphasig auf Durchführungsisolator aufgebaut.

Wie weit man unter Ausnutzung der eben genannten Tatsachen die Verkleinerung der Lastumschalter und der für sie benötigten Ölmenge treiben kann, geht aus der Abb. 1 hervor. Die drei auf den Durchführungen aufgebauten Ölgefäße enthalten die vollständigen Lastumschalter, die zur Regelung der großen Durchgangsleistung von 100 000 kVA erforderlich sind. Diese Leistung ist zunächst die größte, für die bisher Regeltransformatoren gebaut wurden. Der Regler ist im Netz des RWE seit 1933 im Betrieb und weist einen für die große Durchgangsleistung sehr geringen Kontaktabbrand und Schaltölverbrauch auf.

An dem eben erwähnten Transformator ist entwicklungstechnisch noch etwas anderes bemerkenswert. Das den Lastumschalter enthaltende Ölgefäß ist nicht mit dem Transformatorkasten verbunden, sondern steht auf einem großen, kräftig gehaltenen Durchführungsisolator. Dieser übernimmt sowohl die Isolation der Stufenschalteinrichtung gegenüber dem Erdpotential des Transformatorkerns als auch die Durchführung derjenigen Leitungen, die aus dem Transformatorinneren zu dem Lastumschalter auf der Durchführung gehen müssen. Um den Isolator jedoch weder durch ein zu hohes Gewicht noch durch zu viele hindurchführende Leitungen unnötig zu belasten, ist bei den großen zu bewältigenden Leistungen und den hohen Betriebsspannungen in dem auf der Durchführung aufgebauten Ölgefäß nur der eigentliche Lastumschalter untergebracht, während der Stufenwähler, der, wie eingangs erwähnt, die Aufgabe hat, den Lastumschalter nacheinander mit den einzelnen Anzapfstufen zu verbinden, im Inneren des Transformators eingebaut ist. (Allgemeines Gruppenzeichen C I.) Die Unterbringung des Stufenwählers in dem Isolationsöl des Transformatorkerns ist, wie die Betriebserfahrungen bewiesen haben, vollständig unbedenklich, da der Stufenwähler, an dem nur im stromlosen Zustande vorbereitende Schaltungen gemacht werden, weder durch Funken noch durch Metallabrieb eine bedenkliche Verschlechterung des Isolieröles herbeiführt. So kommt es, daß sich für größere Leistungen und hohe Betriebsspannungen heute die eben beschriebene Ausführungsform (allgemeines Gruppenzeichen C I) durchgesetzt hat.

Der Aufbau der Jansen-Schalter kann bei allen bisher beschriebenen Ausführungsarten sowohl einphasig als auch dreiphasig erfolgen. Der einphasige Aufbau (spezielles Gruppenzeichen 1) eignet sich sowohl für Einphasentransformatoren als auch für Drehstromtransformatoren in Dreieckschaltung oder Reihenschaltung. Ein solcher Drehstromtransformator in Reihenschaltung, der als Zusatztransformator zu einem Haupttransformator mit unangezapften Wicklungen gehört, ist der oben beschriebene 100 MVA-Transformator (Abb. 1). Der dreiphasige Aufbau ist nur anwendbar für Drehstromtransformatoren in Sternschaltung, wenn die Regelung am Sternpunkt erfolgt. Sie bietet den Vorteil, daß sowohl die Stufenwähler als auch die Lastumschalter räumlich zusammengebaut und mechanisch zusammen bewegt werden können, da die Spannungsdifferenzen zwischen den Apparaten der verschiedenen Phasen nur sehr gering sind. Die Bauweise wird so gedrängter und in den Kosten billiger. Die Anbringung am Transformator ist wesentlich erleichtert, so daß durch die Anwendung des dreiphasigen zusammengefaßten Jansen-Schalters bei einer Eigenleistung von 30 000 kVA in vollständig betriebsfertigem Zustand bahntransportfähig ist, wenn man denjenigen Teil des Transformatorölraumes, der den Stufenwähler enthält, an die Schmalseite des Hauptölkastens möglichst tief anbaut.

Daß sich die vorbeschriebene Anordnung (allgemeines Gruppenzeichen C I), bei der der Stufenwähler am unteren Teil einer Mehrfachdurchführung und der Lastumschalter am oberen Ende dieser Durchführung angebracht ist, bei den meisten Baufirmen durchgesetzt hat, liegt vor allem daran, daß sie isolationstechnisch vollkommen einwandfrei ist und mit großer Betriebssicherheit jede vorkommende Leistung bewältigt. Für Transformatoren kleiner Leistung erwies sich die Regeleinrichtung jedoch als zu umfangreich im Verhältnis zur Eigengröße des aktiven Transformatorteils[4]). Es wurden deshalb andere Lösungen gesucht, die bei gleicher Isoliersicherheit billiger sein können.

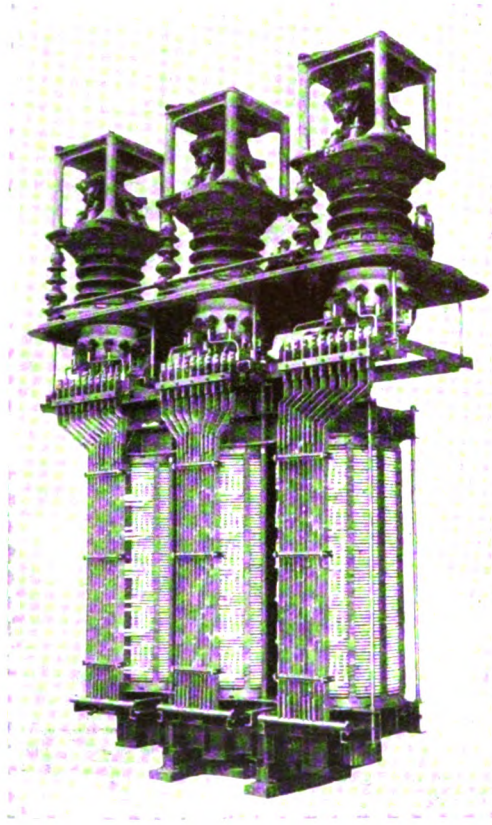
So entstanden diejenigen Jansen-Schalter, bei denen keine Trennung in Stufenwähler und Lastumschalter mehr vorgenommen wurde, sondern bei denen der Wähl- und Umschaltvorgang von den gleichen Konstruktionselementen durchgeführt werden konnte. (Allgemeines Gruppenzeichen D II.) Eine Ausführungsart für mittlere Leistungen zeigt Abb. 2[5]). Sowohl der Transformatorkasten als auch die Lastschaltergehäuse sind weggelassen, um einen Einblick in den technischen Aufbau zu gewähren. Man erkennt, daß die Transformatoranzapfungen zu den aus dem unteren Ende herausragenden Anschlußklemmen geführt sind; von dort gehen sie durch den Durchführungsisolator hindurch zu dem oben liegenden Jansen-Schalter. Dieser ist in vorliegendem Falle für die ansehnliche Stromstärke von 1000 A ausgebildet, wobei die Kurzschlußsicherheit dadurch besonders gesteigert wurde, daß man Rundkontakte verwandt hat, die sich beim Lastumschaltvorgang auf konzentrisch stehende Bolzen aufschieben. Der Antrieb der Stufenschalteinrichtung ge-

[4]) K. Bölte, ETZ 53 (1932) S. 525 (Abb. 11).
[5]) R. Küchler, ETZ 55 (1934) S. 1054, 1075 (Abb. 11).

Digitized by Google

schieht von einer waagerechten gemeinschaftlichen Welle aus über senkrecht stehende Antriebsisolatoren, die durch die linken Stützpfeiler der Gehäuse nach oben gehen.

Für kleinere Stromstärken braucht man natürlich nicht solche Kontaktgrößen, so daß es möglich wurde, den Jansen-Schalter für kleine Leistungen auf eine so geringe Größenordnung zu bringen, daß er in die erweiterte Öffnung eines Durchführungsisolators ohne weiteres hineinpaßt. (Allgemeines Gruppenzeichen E III.) Einen einzelnen Schaltpol für 10 kV und 150 A zeigt Abb. 3. Mit dem mittleren Flansch wird der Schaltpol auf dem Transformatordeckel aufgeschraubt. Das Antriebsgestänge wird an dem links sichtbaren Wellenzapfen angeschlossen. Die einzelnen Transformatoranzapfungen



Baujahr 1935.
Gruppenzeichen: D II 1b.

Abb. 2. Kern eines Leistungstransformators mit drei einphasigen, auf den Deckeldurchführungen aufgebauten Stufenschaltern, Reihe 20, 1000 A.

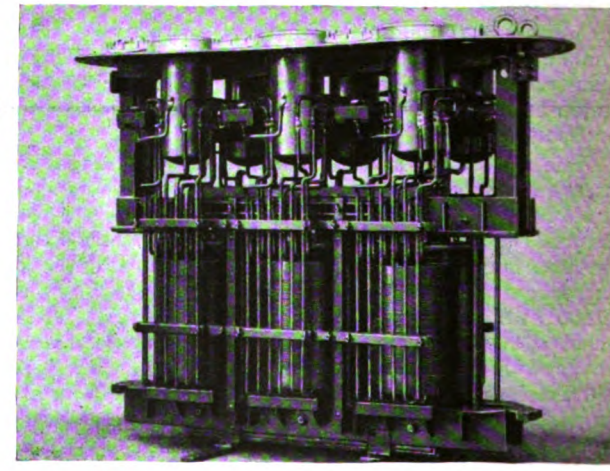
kommen an die unten sichtbaren, im Kreise stehenden Klemmen heran, und an der oberen Deckelschraube kann die geregelte Spannung abgenommen werden. Ein kleines Schauglas läßt die Höhe des Ölstandes erkennen. Auch ist eine Anzeigevorrichtung für die jeweils eingeschaltete Stufe eingebaut. Die Verbindung solcher mit den Durchführungen vereinigter Jansen-Schalter mit dem Transformator ergibt ein sehr gefällig wirkendes Ganzes. Besonders zu erwähnen ist, daß nach Loslösen der oberen Abschlußdeckel der Durchführungen die mit Steckkontakten versehenen Schalteinsätze herausgezogen werden können, um eine Betriebskontrolle und gegebenenfalls einen Schaltölwechsel durchzuführen. Die hierdurch bedingte Betriebsunterbrechung ist denkbar kurz. Ist ein Reserveschalteinsatz vorhanden, so kann dieser sofort eingesetzt und der Transformator unmittelbar danach wieder in Betrieb genommen werden.

Die Einführung solcher Stufenschalteinrichtungen, bei denen der Jansen-Schalter unmittelbar in die Durchführung eingebaut ist, begegnete ursprünglich Bedenken hinsichtlich einer Brandgefahr für den Fall, daß tatsächlich einmal an einem Regler ein mechanischer Schaden zu einer Störung führen sollte. Nachdem sich aber diese Bedenken als gegenstandslos erwiesen hatten, ging man sogar um einen Schritt weiter und legte bei Transformatoren mittlerer Leistung die ganze Stufenschalteinrichtung in Isoliergefäße hinein, die, wie es Abb. 4 veranschaulicht, von einem Deckelflansch aus in das Transformatorölgefäß hineinragen. (Allgemeines Gruppenzeichen F III.) Diese

Baujahr 1934.
Gruppenzeichen: E III. 1b.

Abb. 3. Einphasiger Stufenschalter, Reihe 10, 150 A zum Einbau in den Transformatordeckel. Die gesamte Stufenschalteinrichtung ist in den erweiterten Durchführungsisolator eingebaut.

Ausführungsform bietet für die Zuführung der Anzapfleitungen und für die Anbringung der Stromzu- und -abführungen auf dem Transformatordeckel erhebliche Vorteile, so daß ein solcher Transformator im betriebsfertigen Zustand einen besonders auch vom Schönheitsstandpunkt aus befriedigenden Eindruck macht. Selbstverständlich ist das in den Isoliergefäßen enthaltene Schaltöl von dem übrigen Transformator vollkommen getrennt. Diese Trennung wird außer durch die dichte Konstruktion der Schraub- und Durchführungsstellen beson-



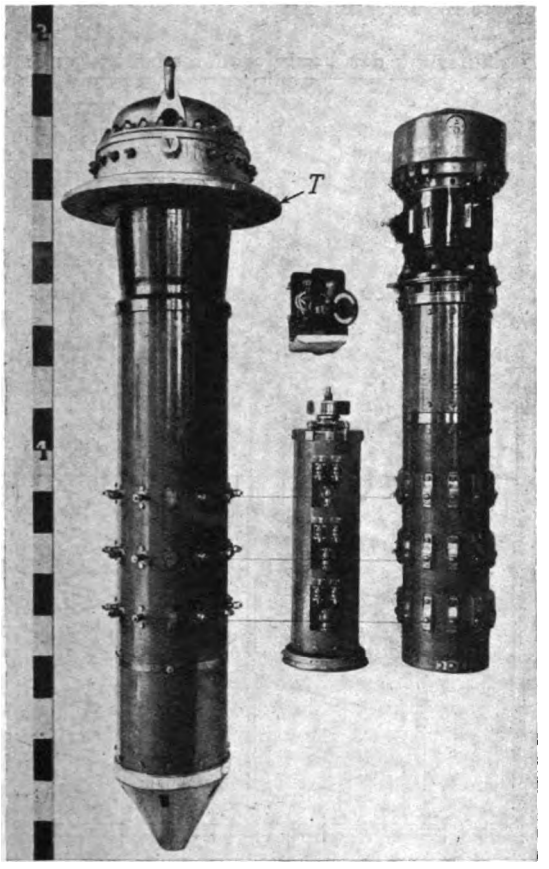
Baujahr 1936.
Gruppenzeichen: F III 1b.

Abb. 4. Zusatztransformator 12 000 kVA Durchgangsleistung, 40 kV, mit zwei voneinander unabhängigen Stufenschaltern, bestehend aus je drei einphasigen Regelschaltern. Die Regelschalter sind in Isolierstofftöpfe eingebaut, die unter dem Deckel in das Transformatoröl hineinragen.

ders dadurch aufrechterhalten, daß das im Inneren der Gefäße befindliche Schalteröl durch dünne Verbindungen vom Hauptausdehnungsgefäß des Transformatorkessels aus unter den gleichen statischen Druck gestellt wird. Dadurch fallen jegliche Druckdifferenzen zwischen Transformatoröl und Schalteröl weg. Außerdem ist eine Gewähr dafür gegeben, daß die Schaltergefäße immer restlos mit Öl gefüllt sind.

Digitized by Google

Die Schalteinsätze, die in die Isoliertöpfe hineingesetzt werden, sind ähnlich aufgebaut wie die in Abb. 3 dargestellten. Sie enthalten in einem Kranz von Steckkontakten einen Schalter mit Antriebsisolator. Die im vorliegenden einphasige Ausführung (spezielles Gruppenzeichen III 1) dieses Jansen-Schalters kann auch dreiphasig gebaut werden (spezielles Gruppenzeichen III 3) und eignet sich dann für die Umschaltung der Sternpunktsanzapfungen eines Haupttransformators.



Baujahr 1936.
Gruppenzeichen: F III 3b.

Abb. 5. Dreiphasiger Stufenschalter, Reihe 45, 200 A mit Antrieb und Anzeigevorrichtung zusammengebaut. Transformatordeckel bei *T*. Mitte oben: Fernbetätigungsschalter für Schalttafel.

Abb. 5 zeigt eine besondere Ausführungsart eines solchen dreiphasigen Jansen-Schalters, der mit seinem motorischen Antrieb sowie der Steuer- und Anzeigevorrichtung zu einem konstruktiven Ganzen vereinigt wurde. Der vollständig betriebsfertige dreiphasige Stufenschalter, wie er auf der rechten Seite zu erkennen ist, wird in das mit den Transformatoranzapfungen fest verbundene Isolierrohr, das auf der linken Seite dargestellt ist, eingeschoben. Hierbei gewährleisten die konzentrisch angeordneten Steckkontakte eine dauernd gute Kontaktgabe. Die unmittelbare Verbindung des motorischen Antriebes sowie der Betätigungs- und Anzeigevorrichtung mit dem eigentlichen Stufenschalter geben außerdem die Gewißheit, daß irgendwelche Fehler beim Zusammenbau oder in der Bedienung, die zu einem fehlerhaften Arbeiten führen könnten, weitgehend ausgeschlossen sind. Außerdem wird der Transformator bei Gewinnung einer denkbar einfachen Zuführung der Anzapfleitungen zum Schalter nur wenig vergrößert.

Als letzter Typ der Jansen-Schalter soll kurz noch auf die kleinste Ausführungsform hingewiesen werden, die für Transformatoren bis etwa 500 kVA mit fünf Anzapfungen geeignet ist. (Allgemeines Gruppenzeichen G IV.) Ein solcher Kleinlastschalter besteht aus einer in einem Isolierrohr untergebrachten dreiphasigen Schalteinrichtung, die mit Hilfe eines Deckelflansches unmittelbar in den Transformatorkasten eingesenkt wird. Bei der Kleinheit der auftretenden Schaltfunken ist keine so starke Verschmutzung des Transformatoröles zu befürchten, daß eine sichere Trennung von Schaltöl und Transformatoröl erforderlich wäre. Jedoch ist dafür gesorgt, daß irgendwelche Ölmischungen durch Strömungen des erwärmten Öles tunlichst verhindert werden.

II. Übersicht der Kombinationsmöglichkeiten von Jansen-Schaltern mit Hilfe von Gruppenzeichen.

Es konnte in den vorstehend gezeigten Abbildungen bei dem geringen zur Verfügung stehenden Platz nur eine beschränkte Auslese der vielfachen Kombinationen gezeigt werden, wie sie die bisher entwickelten Ausführungsarten der Jansen-Schalter mit den vielen bekannten Transformatorschaltungen und Anwendungsarten ermöglichen. Um jedoch trotzdem eine systematische Betrachtung der verschiedenen Kombinationen zu ermöglichen, wurde jeder Abbildung eine Gruppenbezeichnung (bestehend aus vier Buchstaben bzw. Zahlen) beigegeben.

Hiervon gibt der erste große Buchstabe Aufschluß über die Art des Zusammenbaues der angewandten Stufenschalteinrichtung mit dem Transformator, und zwar bedeutet:

A. Die Stufenschalteinrichtung ist in einem getrennten Kasten neben dem Transformator aufgestellt. Die erforderlichen Leitungsverbindungen gehen mit Hilfe von Mehrfachdurchführungen durch verbindende Ölbrücken oder durch die Luft.

B. Die Stufenschalteinrichtung ist wie unter A. in einem getrennten Kasten untergebracht. Dieser ist aber an einer Seitenwand oder auf dem Deckel des Transformators fest angebaut. Die erforderlichen Leitungsverbindungen gehen mittels Mehrfachdurchführungen durch die Trennwand hindurch. (Diese Trennwand wird vielfach als Isolierplatte ausgebildet.)

C. Die Stufenschalteinrichtung ist an der Transformatordurchführung befestigt, und zwar so, daß sich ein Teil (der Stufenwähler) am unteren Ende der Durchführung im Transformatoröl befindet, während der andere Teil (der Lastumschalter) in einem besonderen Ölgefäß auf das obere Ende der Durchführung aufgebaut ist. Die erforderlichen Verbindungen zwischen Stufenwähler und Lastschalter sowie die Antriebswelle zu letzterem gehen durch die Durchführung hindurch.

D. Die Stufenschalteinrichtung ist im ganzen auf das obere Ende der Durchführung aufgebaut. Die erforderlichen Verbindungen von den Transformatoranzapfungen sowie gegebenenfalls die Antriebswelle zur Stufenschalteinrichtung gehen durch diese Durchführung hindurch.

E. Die Stufenschalteinrichtung ist in die erweiterte Transformatordurchführung hineingebaut. Am unteren Ende werden die Transformatoranzapfungen zugeführt und am oberen Ende wird die geregelte Spannung abgenommen.

F. Die Stufenschalteinrichtung ist in ein Isoliergefäß eingebaut, das in den Transformatorölraum hineinragt. Die Anzapfungszuleitungen und die Stromableitungen gehen durch diese Gefäßwände. Es ist Vorsorge dafür getroffen, daß eine Mischung des Schalteröles innerhalb des Isoliergefäßes mit dem das Isoliergefäß umgebenden Transformatoröl nicht möglich ist.

G. Die Stufenschalteinrichtung ist in das Transformatorgefäß eingebaut. Es ist nicht für eine vollständige Öltrennung, sondern nur für die Verhinderung der Vermischung des Transformatoröles gesorgt.

Nach den vorbehandelten großen Buchstaben enthalten die Gruppenbezeichnungen an zweiter Stelle römische Zahlen, die die Konstruktion kennzeichnen, nach der im jeweils vorliegenden Falle die Stufenschalteinrichtung aufgebaut ist.

Digitized by Google

Im wesentlichen haben sich vier verschiedene Konstruktionen der Jansen-Schalter als zweckmäßig herausgebildet. Sie unterscheiden sich zunächst durch den konstruktiven Aufbau der Stufenwähl- und Lastschaltelemente, dann durch die zeitliche Folge des Wähl- und Lastschaltvorganges und endlich durch die zeitliche Schaltfolge der Haupt- und Hilfskontakte des Lastumschalters. Die jeweilige Kombination dieser drei Möglichkeiten, die noch einzeln behandelt werden, ist für die vier mit römischen Zahlen bezeichneten Konstruktionen stichwortweise wie folgt zu kennzeichnen:

I. Stufenwähler und Lastumschalter getrennt gebaut.
Wählvorgang und Lastschaltvorgang erfolgen zeitlich nacheinander.
Haupt- und Hilfskontakte werden getrennt voneinander bewegt.

II. Stufenwähler und Lastumschalter zusammengebaut.
Wählvorgang und Lastschaltvorgang erfolgen zeitlich nacheinander.
Haupt- und Hilfskontakte werden getrennt voneinander bewegt.

III. Stufenwähler und Lastumschalter zusammengebaut.
Wählvorgang und Lastschaltvorgang erfolgen gleichzeitig.
Haupt- und Hilfskontakte werden getrennt voneinander bewegt.

IV. Stufenwähler und Lastumschalter zusammengebaut.
Wählvorgang und Lastschaltvorgang erfolgen gleichzeitig.
Haupt- und Hilfskontakte werden gleichzeitig miteinander bewegt.

Nun können außerdem die meisten der mit römischen Zahlen gekennzeichneten Konstruktionen noch einphasig oder dreiphasig ausgeführt werden. Dies ist durch Hinzufügen der arabischen Ziffern 1 oder 3 an der dritten Stelle der Gruppenbezeichnung kenntlich gemacht. Die einphasigen Apparate wird man außer bei Einphasentransformatoren auch dann bei Drehstromtransformatoren anwenden müssen, wenn diese etwa in Reihe geschaltete Zusatztransformatoren oder wenn sie Leistungstransformatoren mit Dreieckschaltung oder beliebiger offener Schaltung sind. Die dreiphasigen Konstruktionen sind nur anwendbar für Haupttransformatoren mit Sternschaltung, wo die Anzapfungen der Spannungsstufen sich am Sternpunkt befinden. Wegen der dort auch zwischen den Anzapfungen verschiedener Phasen vorhandenen geringen Spannungsunterschiede kann man die dreiphasigen Stufenschalteinrichtungen einfacher und billiger bauen. Man ist deshalb bestrebt, diese tunlichst anzuwenden.

Als viertes Kennzeichen enthalten die Gruppenbezeichnungen noch die Buchstaben a und b. Diese beziehen sich auf zwei verschiedene Verwirklichungen des gleichen, eingangs bereits erläuterten Schaltprinzips, das allen Jansen-Schaltern zugrunde liegt. Diese Unterschiede, die sich auf den zeitlich verschiedenen Ablauf der Schaltungen an den Haupt- und Hilfskontakten des Lastumschalters beziehen, sollen an zwei schematischen Zeichnungen, Abb. 6 und 7, die die Wirkungsweise der gebräuchlichsten Jansen-Schalter in je fünf zeitlich aufeinanderfolgenden Stellungen verdeutlichen, gezeigt werden. Diese Abbildungen mögen gleichzeitig dazu dienen, von den oben erwähnten durch römische Zahlen gekennzeichneten Konstruktionsgruppen die beiden wichtigsten (I und III) zu erläutern.

III. Erläuterung der Funktion der wichtigsten Jansen-Schalter.

Abb. 6 zeigt eine mit zehn Anzapfungen versehene Phasenwicklung eines Zusatztransformators, die durch einen Jansen-Schalter der speziellen Gruppe I a bedient

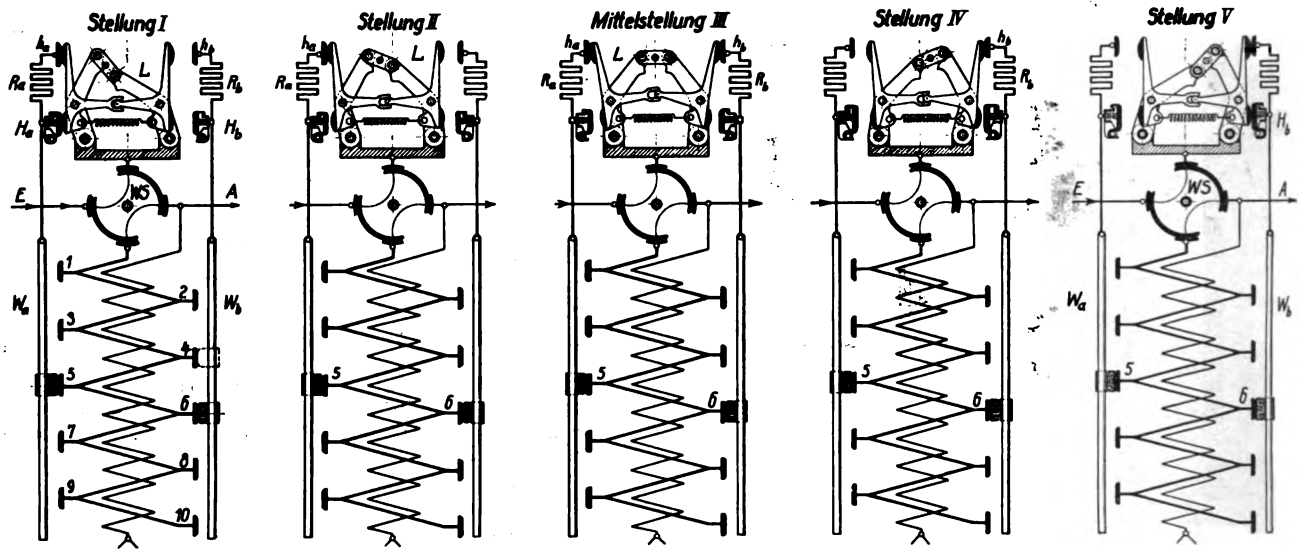


Abb. 6. Schematischer Aufbau einer Stufenschalteinrichtung mit getrenntem Wähler und Lastumschalter (spez. Gruppenzeichen I 1a) mit eingebautem Wendeschalter. Der Lastumschalter ist in fünf charakteristischen Stellungen dargestellt.

wird. Die Stufenschalteinrichtung besteht aus einem mit den Transformatoranzapfungen *1* bis *10* verbundenen zweiteiligen Stufenwähler W_a/W_b und einem davon baulich getrennten aber elektrisch verbundenen Lastumschalter L. Die Stufenwählerhälfte W_a enthält die ungradzahligen Anzapfungen *1* bis *9* und W_b die gradzahligen Anzapfungen *2* bis *10*. Die ungeregelte Spannung geht in der Pfeilrichtung bei E in die Transformatorwicklung hinein und in der Stellung *I* aus der Anzapfung *5* über die Wählerhälfte W_a und den Hauptkontakt H_a des Lastumschalters L in der Pfeilrichtung bei A ins Netz. Es ist ersichtlich, daß bei dieser Stellung nur die linke Wählerhälfte W_a vom Betriebsstrom durchflossen wird. Hat der Bedienungsmann nun den Wunsch, die höhere Spannungsstufe *6* oder die niedrigere Spannungsstufe *4* einzuschalten, so kann er vorbereitend die unbelastete rechte Wählerhälfte W_b mit der gewünschten Stufe (z. B. *6*) verbinden. Hiernach muß nur noch der Lastumschalter L von links nach rechts umgelegt werden, wobei er die dargestellten Zwischenstellungen *II* bis *IV* durchläuft, in denen die Hilfskontakte h_a und h_b sowie die Überschaltwiderstände R_a und R_b zur Wirkung kommen. In Stellung *V* ist dann die gewünschte Umschaltung von der Anzapfung *5* auf *6* vollzogen. Der Strom fließt jetzt über die Wählerhälfte W_b und den Hauptkontakt H_b des Lastumschalters L.

Digitized by Google

Der in den fünf Stellungen der Abb. 6 dargestellte Lastumschaltvorgang (Schaltfolge *a*), der auch an Hand des Diagramms Abb. 8 *a* und des Oszillogramms Abb. 9 für die gleichen fünf Stellungen zu verfolgen ist, vollzieht sich in etwa $^1/_{25}$ s = 2 Perioden und wird durch eine in den Lastumschalter eingebaute nicht gezeichnete Kraftspeicherfeder bewirkt.

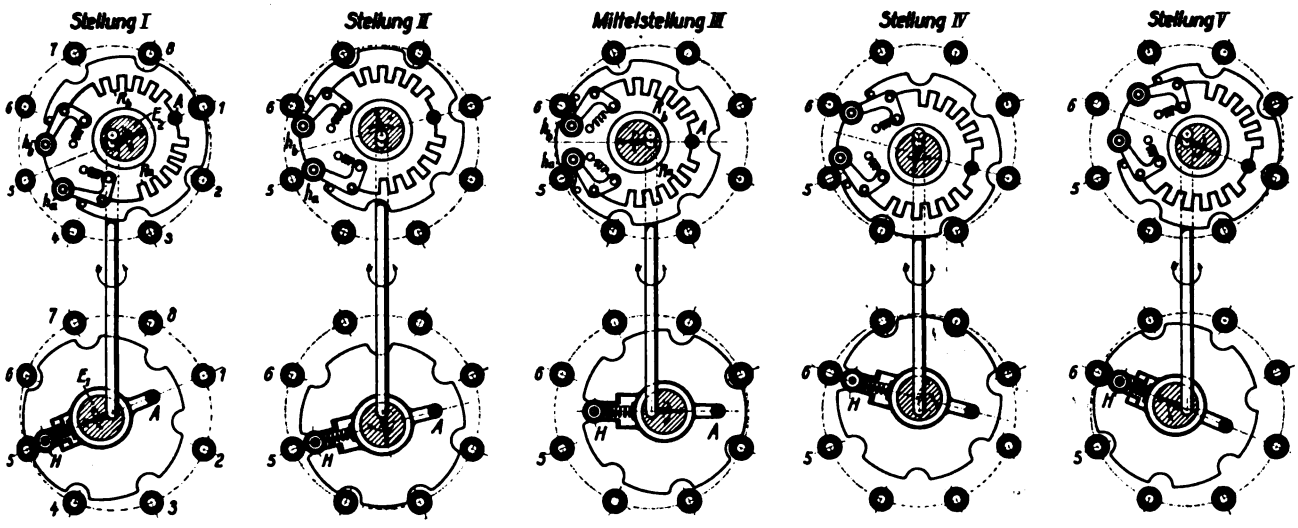


Abb. 7. Schematischer Aufbau einer Stufenschalteinrichtung mit zusammengebautem Stufenwähler und Lastumschalter (spez. Gruppenzeichen III 1b) mit Doppelexzenterantrieb. Der Stufenschalter ist in fünf charakteristischen Stellungen dargestellt.

Grundsätzlich könnte man auf noch kürzere Schaltzeiten kommen. Aber aus Sicherheitsgründen müssen zur zuverlässigen Löschung der Lichtbogen, die beim Abschalten der Haupt- und Hilfskontakte auftreten, jeweils mindestens zwei Nulldurchgänge der Stromkurve zur Verfügung stehen. (Siehe Oszillogramm Abb. 9.) Erleichtert wird diese Funkenlöschung zwar durch die Tatsache, daß bei der Anwendung der erwähnten ohmschen Spannungsteilerschaltung immer alle Schaltungen bei Phasengleich-

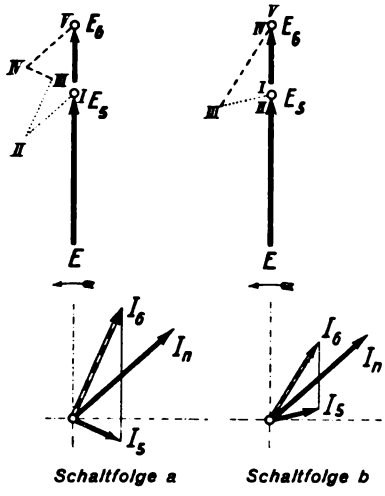


Abb. 8. Strom- und Spannungsdiagramme für Lastumschalter; Schaltfolge *a* und *b* für Netz-cos φ = 0,7.

heit zwischen abzuschaltendem Strom und wiederkehrender Spannung vonstatten gehen. So ist es möglich, mit der oben erwähnten kurzen Schaltdauer von etwa $^1/_{25}$ s auszukommen. Die Widerstände R_a und R_b werden jedoch nur etwa die Hälfte dieser Zeit beansprucht. Dadurch tritt auch bei großen Transformatorleistungen eine so geringe Wärmeentwicklung auf, daß die kleinen Abmessungen der Widerstände und damit der ganzen Lastumschaltgefäße möglich werden, auf die bereits bei Besprechung der verschiedenen Abbildungen hingewiesen wurde. Dagegen steht für den vorher auszuführenden Wählvorgang, währenddessen die Kraftspeicherfeder aufgezogen wird, eine beliebig lange Zeit zur Verfügung, da an dem Weg des

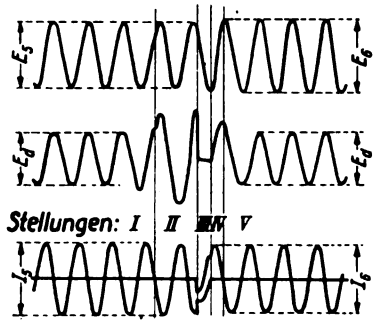


Abb. 9. Oszillogramm des Umschaltvorganges an einem Lastumschalter; Schaltfolge *a*.

Betriebsstromes durch den Wählvorgang nichts geändert wird. Sinngemäß, wie eben die Umschaltung von Stufe *5* auf Stufe *6* beschrieben wurde, kann nun nach jeder anderen Stufe der Reihe nach weitergeschaltet werden. Die Anordnung eines seit langem üblichen Wendeschalters *WS*, der nur der Vollständigkeit halber gezeichnet ist, ermöglicht in vorliegendem Falle sogar nach Durchlaufen der ganzen Reihe eine Umkehrung der Regeleinrichtung und damit den Übergang von der Spannungserhöhung zur Spannungserniedrigung oder umgekehrt. Diese Ausführungsart (spezielles Gruppenzeichen I) mit getrenntem Wähler und Lastumschalter wird besonders für große Leistungen angewandt, da die Hauptkontakte *H* und die Hilfskontakte *h* sich beliebig stark bemessen lassen.

Sind nicht allzu große Schaltleistungen an den Haupt- und Hilfskontakten zu bewältigen, so kann man den Last-

Digitized by Google

umschalter mit dem Stufenwähler vereinigen und ihn ohne zeitliche Trennung des Wähl- und Lastumschaltvorganges entlang der Kontaktreihe von Stufe zu Stufe bewegen (spezielles Gruppenzeichen III). Durch geschickte Anordnung und richtige zeitliche Relativbewegung der Haupt- und Hilfskontakte kann mit Sicherheit dafür gesorgt werden, daß die eingangs hinsichtlich des Schaltvorgangs aufgestellten Bedingungen restlos erfüllt werden. In Abb. 7 ist eine solche Stufenschalteinrichtung, die gleichzeitig eine andere Schaltfolge (*b*) als bei Abb. 6 beschrieben aufweist — wiederum in den fünf charakteristischen Stellungen — schematisch dargestellt. Die zugehörigen Diagramme und Oszillogramme zeigen die Abb. 8 *b* und 10 für die gleichen Stellungen. Die Stufen-

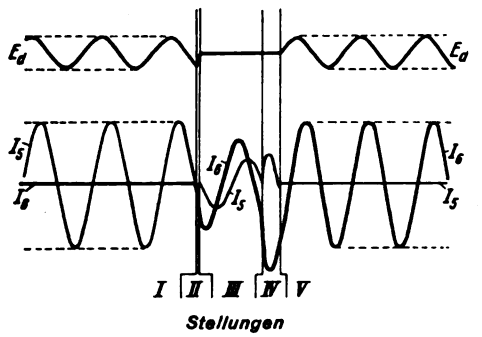


Abb. 10. Oszillogramm des Umschaltvorganges an einem Lastumschalter; Schaltfolge b.

wicklungen des Transformators, die man sich mit den acht im Kreise angebrachten Anzapfkontakten verbunden denken muß, ist der Einfachheit halber weggelassen. Der Hauptkontakt *H* steht in Stellung *I* wiederum auf der Stufe *5*. Der Betriebsstrom kann von der Ableitungsklemme *A* abgenommen und weitergeleitet werden. Der Hauptkontakt *H* kann durch die Drehung eines Exzenters E_1 (es gibt auch verschiedene andere Bewegungsmöglichkeiten) über die Zwischenstellungen *II* bis *IV* in die andere Betriebsstellung *V* auf Stufe *6* bewegt werden. Bevor sich der Hauptkontakt *H* jedoch von der Stufe *5* ablöst, stellen die im oberen Teil der Abb. 7 gezeichneten Hilfskontakte h_a und h_b, die über die Widerstände R_a und R_b in der bereits erwähnten Spannungsteilerschaltung ebenfalls mit der Stromableitung *A* verbunden sind, für den Betriebsstrom einen Zwischenweg her. Dies geschieht im vorliegenden Falle durch die Bewegung der Hilfskontakte mit Hilfe eines entgegengesetzt gerichteten Exzenters E_2. In Stellung *II* überbrücken die Hilfskontakte h_a und h_b mit ihren Widerständen bereits die beiden Stufen *5* und *6*, wobei der Betriebsstrom noch über den Hauptkontakt *H* fließt (charakteristisch für Schaltfolge *b*). In der Mittelstellung *III*, in der der Hauptkontakt *H* vollständig abgehoben ist, müssen die Hilfskontakte und Widerstände auch den Betriebsstrom führen. In der Zwischenstellung *IV* wird der Betriebsstrom schon wieder von dem Hauptkontakt *H* (allerdings jetzt aus der Stufe *5*) übernommen. Die Hilfskontakte nehmen also nur noch eine Überbrückung vor. Diese wird in der neuen Betriebsstellung *V* auch aufgehoben. Damit ist der Umschaltvorgang von der Stufe *5* nach *6* erledigt.

Der Unterschied der beiden an Hand der Abb. 6 und 7 beschriebenen Schaltfolgen *a* und *b* besteht also nur darin, daß in ersterem Falle die Loslösung des Hauptkontaktes von der bisherigen Stufe bereits erfolgt, bevor die nächste Stufe über den Widerstand erreicht ist, während bei der letzteren zuerst die volle Spannungsteilerverbindung von der bisherigen zur neuen Stufe hergestellt wird, bevor der Hauptkontakt zur neuen Stufe umgelegt wird. (Vergl. die Stellungen *II* und *IV* in Abb. 6 und 7). Bei der Schaltfolge *b* muß der Ohmwert der Widerstände deshalb etwa doppelt so groß bemessen werden. Auch ist der Spannungs- und Stromverlauf in den Zwischenstellungen, wie ein Vergleich der Diagramme Abb. 8 *a* und *b* sowie der Oszillogramme Abb. 9 und Abb. 10 ohne weitere Erläuterung zeigt, etwas verschieden voneinander. Ausdrücklich sei jedoch betont, daß ein Wertigkeitsunterschied zwischen den beiden Schaltfolgen nicht besteht. Ihre Anwendung kann also rein nach der konstruktiven Zweckmäßigkeit erfolgen.

Des weiteren ist an Hand der schematischen Abb. 6 und 7 die verschiedenartige Konstruktion der Jansen-Schalter Gruppe I und III deutlich geworden. Gemäß der oben bereits gegebenen Kennzeichnung nach Bauart, Schaltfolge und Kontaktbewegung am Lastumschalter bestehen die wesentlichsten Unterschiede darin, daß bei *I* (Abb. 6) Stufenwähler und Lastumschalter getrennt gebaut sind und auch der Wählvorgang und der Lastschaltvorgang zeitlich nacheinander erfolgt, während bei der Konstruktion *III* (Abb. 7) alle Schaltelemente zusammengebaut sind, sowie Wählvorgang und Lastumschaltvorgang zeitlich ineinander überfließen. Auf die genaue Darlegung der beiden anderen Konstruktionen *II* und *IV* kann verzichtet werden, da letztere sich in hohem Maße dem Aufbau der normalen Zellenschalter nähert und durch entsprechende Bemessung der Kontaktlänge für beide Schaltfolgen *a* und *b* gebaut werden können, während die erstere für die gleichen fünf Stellungen wie es hier geschah, an anderer Stelle dieser Zeitschrift[5]) eingehend besprochen wurde. Diese Konstruktion weist die Besonderheit auf, daß zwar, wie bei der Bauart *III*, Stufenwähler und Lastumschalter zusammengebaut sind, daß jedoch wie bei der Konstruktion *I* trotzdem der Wählvorgang und der Lastschaltvorgang zeitlich nacheinander erfolgen. Näheres ist aus dem bezeichneten Aufsatz zu ersehen, wo man auch erkennt, daß bei der vorliegenden Konstruktion die Schaltfolge *b* zur Anwendung kam.

Der geringe zur Verfügung stehende Raum erforderte die Beschränkung auf charakteristische Ausführungsarten, wobei die Klassifizierung mit Hilfe der gegebenen Gruppenbezeichnungen nach Merkmalen der Schaltfolge (*a* und *b*) der ein- oder dreiphasigen Anwendung (*1* und *3*), der speziellen Schalterbauart (*I* bis *IV*) und des Zusammenbaues mit dem Transformator (*A* bis *G*) die vielfältigen Variationsmöglichkeiten der Jansen-Schalter erkennen läßt.

Schrifttumnachweis.

B. Jansen: Über die Wirtschaftlichkeit der Spannungsregelung in Drehstromnetzen. ETZ 47 (1926) S. 1225.

B. Jansen: Der Gleichspannungsbetrieb von Drehstromnetzen. ETZ 48 (1927) S. 140.

E. Müthlein: Regeleinrichtungen für Hochspannungstransformatoren zum Schalten unter Last. ETZ 51 (1930) S. 1046.

J. Biermanns u. O. Mayr: Hochspannungsforschung u. Hochspannungspraxis, Berlin, Julius Springer 1931: K. Bölte, Umkehrung des Regelsinnes bei Regeltransformatoren in Berlin.

E. Hayn und A. L. Müller: Regeltransformatoren. ETZ 52 (1931) S. 879.

K. Bölte: Regeleinrichtungen für Anzapftransformatoren. ETZ 53 (1932) S. 525.

E. Hayn: Fortschritte im Bau von Regeltransformatoren. ETZ 54 (1933) S. 15.

R. Küchler: Transformatoren für Spannungsregelung unter Last. ETZ 55 (1934) S. 1054.

M. Schwaiger: Das Regeln von Transformatoren mit Langsam- und Schnellschaltern. VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 15.

ETZ 57 (1936) S. 237. Nachrichten aus der Industrie: Regelumspanner.

W. Bollmann: Entwicklung und Stand des BBC-Stufenschalter-Baues für Regeltransformatoren. BBC-Nachr. 23 (1936) S. 62.

W. Reiche: Derzeitiger Stand der Entwicklung von Regeltransformatoren für Drehstromnetze. Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 439.

[5]) L. Haag u. O. Schwenk, ETZ 54 (1933) S. 199.

Digitized by Google

Modellversuche über Blitzeinschläge.

Von Adolf Matthias VDE, Berlin.

551. 594. 22. 001. 5 : 621. 315 : 621. 316. 98

*Übersicht**). Der Bericht handelt von Modellversuchen, mit denen das Verhalten eines vorwachsenden Blitzkopfes in der Nähe der Einschlagstelle untersucht wird. Zur Begründung des angewendeten Verfahrens wird einleitend auf die Entstehung des Blitzes eingegangen. Versuche, welche nach diesem Verfahren im Hochspannungsinstitut Neubabelsberg der T. H. Berlin vorgenommen worden sind, betreffen im ersten Teil das Verhalten der Erdoberfläche und des Untergrundes. Im zweiten Teil werden Einschläge in Gebäude und in Freileitungen vorgeführt. Zum Schluß werden aus den Ergebnissen die Nutzanwendungen für den Schutz im allgemeinen, den Gebäude- und Freileitungsschutz besprochen.

Kritik älterer Modellversuche.

Modellversuche mit künstlichen Blitzschlägen sind schon in großem Umfange mit sehr hohen Spannungen vorgenommen worden[1]). Man hat aber ernste Bedenken gegen Modellversuche dieser Art erhoben. Es soll daher einleitend die Frage der Zulässigkeit von Modellversuchen zum Studium des Blitzeinschlagproblems besprochen und das im folgenden angewendete Verfahren begründet werden.

Der erste Einwand, der sich machen läßt, ist, daß man die aus elektrisch geladenen Wassertropfen bestehende, isoliert im Raum schwebende Gewitterwolke nicht durch ein zusammenhängendes gutleitendes Gebilde irgendwelcher Form, das von einer Stromquelle gespeist wird, abbilden kann. Dieser Einwand wäre zweifellos voll berechtigt, wenn man den Entstehungsvorgang und den Gesamtablauf der Erscheinungen in den Kreis der Betrachtungen einbeziehen wollte. Eine physikalisch und maßstäblich richtige Abbildung des Gesamtgebildes und der Vorgänge in ihm würde zwar interessant sein, aber versuchs- und meßtechnisch zumindest höchst unbequem wegen des geringen Energieinhalts, der ja mit der dritten Potenz der linearen Abmessungen abnimmt. In der Praxis interessiert man sich auch weniger hierfür als für das Studium der Vorgänge an der Blitzeinschlagstelle.

Ich stehe daher auf dem Standpunkt, daß man nur diese letztere in geeignetem, nicht zu kleinem Maßstabe abbilden solle ohne Einbeziehung der Gewitterwolke, also unter Verzicht auf die Wiedergabe der natürlichen Vorgänge in ihr. Man kann dann eine künstliche Stromquelle benutzen. Das kann man auch um so leichter, je genauer unsere Kenntnis vom Blitzstrom und seinem zeitlichen Ablauf ist. Und wir sind heute wohl in der Lage, hierüber einigermaßen zuverlässige Angaben zu machen. Wichtig ist vor allem, daß wir Stoßströme mit steilem Anstieg verwenden müssen und nicht Hochfrequenzfunken aus Teslatransformatoren.

Andere haben die Gewitterwolke mehr oder weniger maßstäblich richtig abgebildet, aber aus leitendem Stoff, also physikalisch unrichtig, und dann an dieses Kunstgebilde eine äußere Stromquelle angeschlossen mit möglichst hoher, meist im Verhältnis zu den Abmessungen der künstlichen Wolke unnatürlich hoher Ergiebigkeit. Sie waren offenbar dabei von dem Gedanken geleitet, wenigstens das Feld unter der Gewitterwolke richtig darzustellen. So hat Zalessky nach einigen Vorversuchen einen walzenförmigen Körper gewählt, der den breiten Frontgewittern entsprechen soll.

Der weitere Einwand ist berechtigt, ob überhaupt derartige Feldnachahmungen die natürlichen Verhältnisse richtig wiedergeben. Hierzu muß kurz auf die verschiedenen Auffassungen über die Entstehung des Blitzes eingegangen werden.

Neuere Erkenntnisse über den Blitzvorgang.

Eine besonders im Auslande verbreitete Ansicht ist die, daß während des Aufbaus der Ladung in der Gewitterwolke sich allmählich, nach F. W. Peek innerhalb von mehreren Minuten, ein starkes elektrisches Feld zwischen Erde und Wolke ausbildet, das schließlich einen Überschlag einleitet. Peek hat angenommen, daß hierzu die Vorbedingungen vorhanden sind, wenn an der Erdoberfläche etwa 3 kV/cm herrschen, und daraus abgeleitet, daß die Spannung des natürlichen Blitzes zwischen 100 und 200 Mill V liegt.

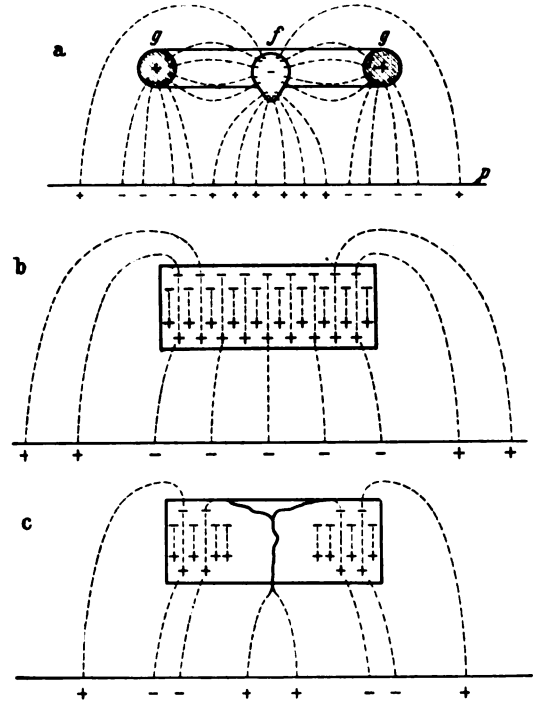


Abb. 1. Vorwachsen des Blitzes zur Erde.

Im Gegensatz hierzu steht die Auffassung von Max Toepler, die besonders in Deutschland Anklang gefunden hat. Nach ihr kommt es zunächst gar nicht auf das Feld gegen Erde an, sondern auf die Feldstärke in der Grenzschicht zwischen zwei Ladungsgebieten verschiedener Polaritäten innerhalb der Wolke. Von hier aus wächst nach Toepler der Blitz nach beiden Seiten weiter, zunächst innerhalb der Ladungsgebiete in der Wolke, aber auch aus dieser heraus, ein starkes Potentialgefälle vor sich herschiebend. — Bei dieser Erklärung ist es zunächst auffallend, daß gerade an irgendeiner einzelnen Stelle der ausgedehnten Grenzschicht ein Initialblitz entstehen soll. Man wird aber vielleicht annehmen können, daß durch örtliche Luftströmungen an bestimmten Stellen besonders starke Luftverdünnungen hervorgerufen werden, welche die ohnehin in höheren Lagen geringere Durchbruchfeldstärke der Luft weiter herabsetzen. Vielleicht werden dabei auch gleichzeitig durch Ladungsverschiebungen höhere Feldstärken erzeugt.

Hat aber ein Entladungskanal sich erst entwickelt, so schließt er eine wachsende Strecke praktisch kurz und

*) Vortrag, gehalten am 25. 5. 1937 vor dem VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg.

[1]) Zum Beispiel F. W. Peek, Dielectric phenomena, 2. Aufl.; New York: McGraw Hill Book Cy. 1920. Zalessky, CIGRE, Paris 1935, Bericht Nr. 317.

Digitized by Google

verkürzt so die Verschiebungslinien zwischen seinen Enden und den umliegenden Ladungsgebieten, die bei seinem Fortwachsen nach und nach abgebaut werden. So ist es verständlich, daß der Funkenstrom neue Nahrung findet aus weiter abliegenden Gebieten, besonders längs der Oberseite der Wolke, wo die Luftdichte am niedrigsten ist. Schwerer verständlich ist es, warum nun überhaupt Blitze aus dem Wolkengebiet, in dem die Ladungen sitzen, herauswachsen und die Erde erreichen können.

Ich erkläre mir das unter Hinzuziehung einer Influenzwirkung auf die Erdoberfläche an Hand des in Abb. 1 a dargestellten Schemas. Hier befindet sich eine Platte p gegenüber zwei von ihr isolierten, entgegengesetzt geladenen Körpern f und g. Diese können beliebig gestaltet sein; zum leichteren Übergang auf den vorliegenden Fall ist der positiv geladene Körper g ein Ring, der negativ geladene Körper f liegt innen und hat nach der Platte zu einen zugespitzten Vorsprung. Die Verschiebungslinien gehen nicht sämtlich unmittelbar von g nach f, ein Teil geht über die Platte p und erzeugt dort entgegengesetzt gleiche influenzierte Ladungen, wie eingezeichnet. Die Spannung, die zwischen f und g herrscht, teilt sich in zwei Teilbeträge über die Platte auf. Wir wollen annehmen, daß bei genügend hoher Spannung Entladungen an dem Vorsprung des Körpers f leichter auftreten können als im Raum zwischen g und p. Dann wächst aus f eine Entladungsbahn auf die Platte p zu und kann, wenn sie diese erreicht, die Platte auf das Potential des Körpers f bringen unter Ausgleich der Ladungen. Das Feld zwischen Körper g und Platte p verstärkt sich dabei erheblich; wegen des homogenen Feldaufbaues führt aber diese Verstärkung hier nicht zu Entladungen.

Es kann nun leicht eintreten, daß dieser Vorgang sich nicht bis zum Ende vollzieht; denn schon während des Vorwachsens der Entladung aus f wird ein Stromfluß zwischen f und p einsetzen; er erhöht die Teilspannung zwischen p und g und schwächt sie zwischen f und p. Die vorwachsende Entladung kann dann, besonders wenn ihr auch noch der Nachschub fehlt, vor Erreichen der Platte p erlöschen. Aus dem Funkenkopf wird dann bei der zugrunde gelegten Polarität negative Raumladung zurückbleiben, die sich langsam zerstreut.

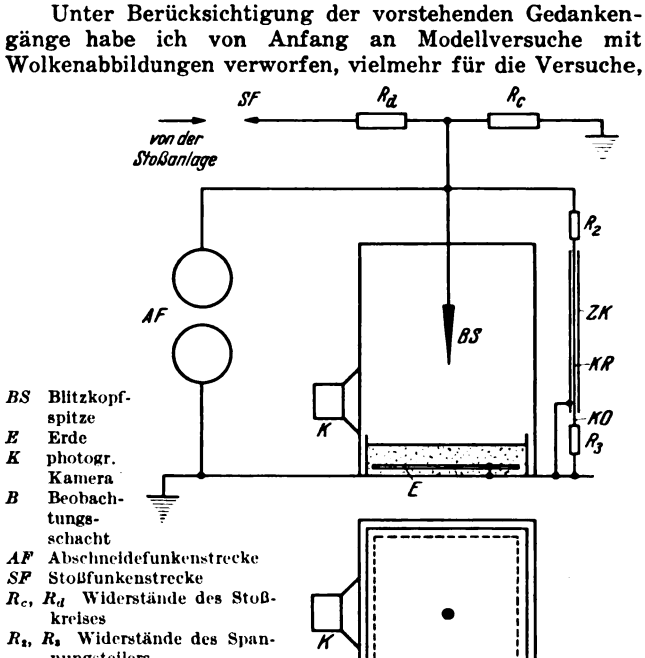
Die Anwendung dieses Schemas auf die Gewitterwolke ist in Abb. 1 b und c dargestellt. Schon vor dem Einsetzen des Blitzes ist die Erdoberfläche durch die Gewitterwolke influenziert nach Abb. 1 b. Wenn der an der Grenzschicht entstehende Blitz die Unterseite der Wolke erreicht hat und von der negativen Ladung, die er in seinem Kopf führt, Verschiebungslinien zu den positiven Ladungen der Umgebung gehen, wird sich, wie in Abb. 1 c gezeichnet, ein Teil des Verschiebungsflusses zur Erde ziehen. Es kommt jetzt zu den beiden in Abb. 1 b gezeigten Feldräumen entgegengesetzter Richtung noch ein mittlerer Raum hinzu, in welchem das Feld mit dem äußeren gleichgerichtet ist. Das Weitere wird sich wie vorher geschildert entwickeln. Manche Blitze brechen demgemäß vor Erreichen der Erdoberfläche ab. Diejenigen, welche die Erde erreichen, wirken sich als negative Aufladung der Erdoberfläche aus und geben damit in das Luftfeld unter der Wolke Sprünge nach der positiven Seite, ganz gleichgültig, welche Größe und Richtung der vorherige Wert hatte.

Durch unsere langjährigen Feldstärkemessungen ist dieser Vorgang vielfach bestätigt. Dagegen stützen diese Aufnahmen in keiner Weise die Auffassung, daß es zur Blitzeinleitung eines starken Feldes gegen Erde bedarf. Ein solches bildet sich offenbar erst unter dem vorwachsenden Blitzkopf aus und hat darum nicht den Charakter des annähernd homogenen Feldes unter einem ausgedehnten leitenden Gebilde.

Die vorgetragenen Auffassungen stehen nicht im Gegensatz zu den Beobachtungen von Schonland und Collens[2]). Auch nach ihnen wächst zunächst eine Entladung von der Wolke zur Erde vor. Der nach der eigentlichen Zündung anschließende schnell von der Erde zur Wolke zurückwachsende kräftige Hauptstrahl würde dann die endgültige Abführung der negativen Ladung zur Erde bedeuten, und zwar zunächst der bereits nach unten vorgeschobenen Raumladung, sodann der noch im oberen Wolkenteil befindlichen. Wenn der Blitzkopf sich der Erde nähert, ist damit zu rechnen, daß ihm von der Erdoberfläche aus Entladungen entgegenwachsen. Diese von mir schon früher vermutete Erscheinung ist für Funken von W. Holzer[3]) erwiesen worden. Bei der großen Bedeutung, welche diese Gegenentladungen auf die Lage der Blitzeinschlagstelle haben müssen, war es wichtig, auf sie bei den Modellversuchen besonders zu achten.

Prinzip der neuen Modellversuche.

Unter Berücksichtigung der vorstehenden Gedankengänge habe ich von Anfang an Modellversuche mit Wolkenabbildungen verworfen, vielmehr für die Versuche,



BS Blitzkopfspitze
E Erde
K photogr. Kamera
B Beobachtungsschacht
AF Abschneidefunkenstrecke
SF Stoßfunkenstrecke
R_c, R_d Widerstände des Stoßkreises
R_2, R_3 Widerstände des Spannungsteilers
ZK Zwischenkabel des Spannungsteilers
KO Anschlußpunkt des Kath.-Oszil.
KR Anschlußpunkt des Kipprelais

Abb. 2. Versuchsanordnung.

welche ich im Hochspannungsinstitut Neubabelsberg der T. H. Berlin habe durchführen lassen, folgenden Gedanken zugrunde gelegt: Aus möglichst großer Höhe fährt eine stoßweise einsetzende Entladungsbahn aus einer Spitze, welche den Blitzkopf während des Herannahens ersetzt, auf die Nachbildung der Erdoberfläche nieder. Letztere ist in sich maßstabgetreu; die Höhe der Spitze über Erde richtet sich aber nicht nach diesem Maßstab. Sie soll nur möglichst groß sein, damit die vorwachsende Blitzbahn schon von weit her ihren natürlichen Charakter erhält und einen entsprechenden Bereich der Umgebung auf der Erdoberfläche abtastet.

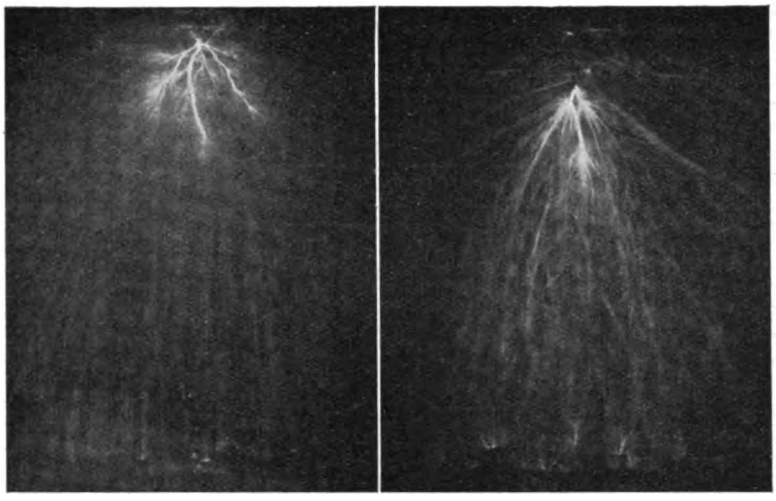
In Abb. 2 ist die Blitzspitze *BS* über einer Eisenplatte gezeigt, welche in einem Kasten mit Sand verschiedenen Feuchtigkeitsgehalts überdeckt werden konnte zwecks Nachahmung der Verhältnisse an der Erdoberfläche. Diese Anordnung ist mit einem Lichtschutzkasten aus Pappe umgeben; die photographischen Apparate *K* gestatteten die Aufnahme der Funkenbahnen mit ihren Verästelungen von zwei Seiten. Die photographischen Apparate waren teils mit gewöhnlichen Glasobjektiven, teils mit Quarz-Steinsalz-Objektiven ausgerüstet. Die Stromstöße wurden mit einem Stoßgenerator

[2]) Schonland und Collens, Proc. roy. Soc., Lond. 143 (1934) S. 654; 152 (1935) S. 595.
[3]) W. Holzer, Z. Phys. 77 (1932) S. 676.

Digitized by Google

für etwa 600 kV in engem Zusammenbau erzeugt. Mit einem gegen Fremdfeldeinflüsse durch einen Schirmkasten geschützten Kathodenstrahl-Oszillographen konnten die Stoßwellen über den eingezeichneten Spannungsteiler aufgenommen und die Zusammenbruchszeiten somit gemessen werden. Parallel zum Modell lag eine aus zwei Kugeln bestehende Abschneidefunkenstrecke, wie sie bereits W. Holzer an der gleichen Versuchsanlage zu seinen Versuchen über die Vorwachsgeschwindigkeit von Funken an Spitzen benutzt hat. Das dabei erprobte Verfahren wurde nun mit verbesserten Hilfsmitteln auf praktische Aufgaben übertragen, über die im folgenden berichtet wird.

Diese Versuche sind, über einen längeren Zeitraum erstreckt, der Reihe nach von den Herren W. Nobis, E. Steinhaus, K. Colditz, F. Müller und schließlich besonders von W. Burkhardtsmaier ausgeführt worden. Ich bin diesen Herren für ihre Mitarbeit, die großes experimentelles Geschick erforderte, zu großem Dank verpflichtet.

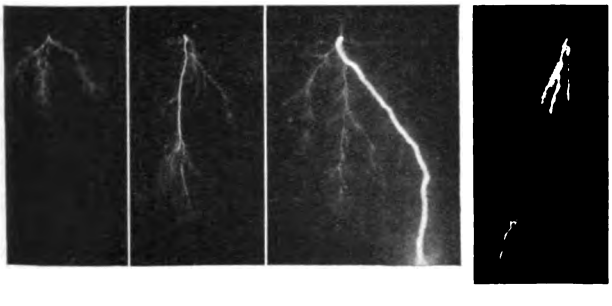


a) positiv b) negativ

Abb. 3. Vorwachsender Blitzkopf (1000 kV/µs) über Sandboden.

Vorwachsende Blitzkanäle.

Im Anschluß an die Arbeiten von W. Holzer wurden zunächst vorwachsende blitzartige Entladungen aus Spitzen untersucht; die ebene Gegenelektrode war eine Eisenplatte ohne oder mit Sandbedeckung. Abb. 3 zeigt Entladungen, die zwischen der Blitzkopfspitze und der 10 cm hoch mit Sand bedeckten Eisenplatte ganz kurz vor dem Überschlag durch das Ansprechen der Parallelfunkenstrecke abgestoppt worden sind. Bei a) war die Blitzkopfspitze positiv, bei b) negativ. Beide Bilder zeigen einmalige Stöße, keine Überlagerungen mehrerer Stöße,



a) positiv b) negativ

Abb. 4. Vorwachsender Blitzkopf über Metallplatte (150 kV/µs).

wie sie Holzer bei negativer Spitze zur Verdeutlichung machen mußte. Die Steilheit des Spannungsanstieges betrug 1000 kV/µs. Zunächst fällt an diesen Aufnahmen der Unterschied zwischen den Entladungen an der Spitze auf. Die positive Spitzenentladung ist stark verästelt, die negative setzt sich aus feineren streifenartigen Entladungskanälen zusammen, zwischen denen sich auch eine ausgeprägte Funkenbahn entwickelt hat, die aber wenig Neigung zur Verästelung zeigt. Sehr bemerkenswert ist, daß in beiden Fällen aus der Erdoberfläche in großer Zahl Büschel entgegenwachsen. Lag die Erde am negativen Pol (Abb. 3 a), so waren diese Büschel kurzgestielt. Lag sie am positiven Pol (Abb. 3 b), so waren sehr viel kräftigere und längere Stiele zu sehen. In beiden Fällen war aber auch der ganze Zwischenraum mit kurzen unzusammenhängenden Entladungsbahnen erfüllt. Auch wenn die Eisenplatte nicht mit Sand bedeckt war, zeigten sich ähnliche Erscheinungen.

Bei geringerer Steilheit war der Charakter der Erscheinungen etwas anders. Abb. 4 ist mit 150 kV/µs aufgenommen. Abb. 4 a zeigt drei verschieden früh abgeschnittene Entladungen aus positiver Spitze gegenüber einer Metallplatte. Abb. 4 b ist in gleicher Weise mit umgekehrter Polarität aufgenommen. Der negativen Spitze wächst hier kurz vor dem Überschlag ein kräftiges positives Büschel auf der geerdeten, freiliegenden Eisenplatte entgegen, trotzdem auch hier kein besonderer Vorsprung angebracht worden war. Einen ganz kurzen Augenblick später waren diese beiden Büschel im mittleren Teil zusammengewachsen und die Zündung des Hauptstrahles erfolgt.

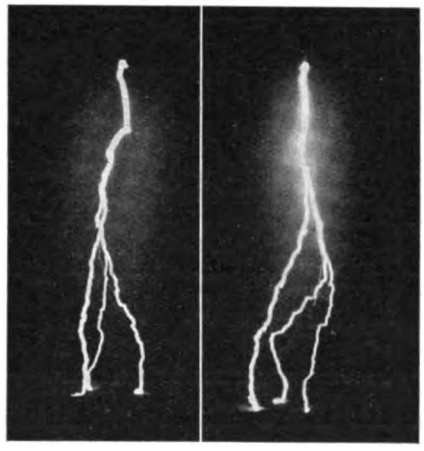


Abb. 5. Dreifach gegabelter negativer Blitz.

Bei der Vielzahl der Büschel, welche, wie besonders Abb. 3 zeigt, nebeneinander aus der Erde hervorwachsen können, ist es nicht zu verwundern, daß mehrere Büschel gleichzeitig mit einem Ast einer von oben vorwachsenden Bahn sich zusammenschließen können. Der Vergleich der Abb. 3 a und 3 b miteinander macht es auch verständlich, daß bei positiver Blitzspitze, also kurzen Büscheln an der Erdseite, die dann entstehenden Gabelungsstellen dichter über der Erdseite liegen als im umgekehrten Falle. Als Beispiel für den letzteren Fall der negativen Spitze, welcher bekanntlich bei Blitzschlägen am häufigsten auftritt, zeigt Abb. 5 die sehr interessante Aufnahme eines Dreifacheinschlages in trockenen Sandboden. Es handelt sich hierbei wohlgemerkt um einen einzigen, einmaligen Schlag, der von zwei Seiten gleichzeitig photographiert worden ist. *(Fortsetzung folgt.)*

Digitized by Google

Versuche mit verschiedenen Heizwiderständen für elektrische Öfen für Temperaturen zwischen 1100 und 1500 ° C.

621. 365. 42. 036. 7

Bei einer Stromdichte von etwa 14 A/cm² wurden Stäbe aus Siliziumkarbid im Laboratorium untersucht, wobei die Bedingungen, unter denen die Widerstände arbeiteten, den Verhältnissen der Praxis angepaßt waren[1]). Abb. 1 zeigt die Befestigung der Stäbe im Versuchsofen zum Brennen von Porzellan unter Schutzgas; die durchschnittliche Temperatur lag bei 1400 ° C. Die wesentlichsten Erkenntnisse, zu denen der Versuch führte, sind aus dem Widerstandsschaubild (Abb. 2) ersichtlich. Die Wärmeverluste durch die Wasserkühlung

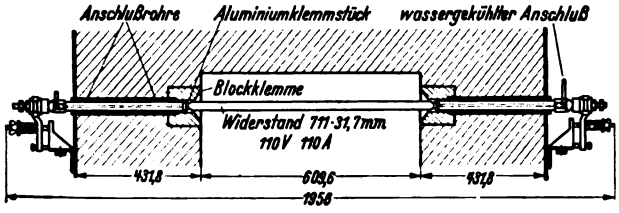


Abb. 1. Siliziumkarbid-Widerstand im Versuchsofen; Haltermaße in mm.

können gering gehalten werden. Ob die Temperatur stetig geregelt oder ob mit Aus- und Einschaltkontrolle gearbeitet wurde, blieb ohne Einfluß auf die Widerstandszunahme, so daß mit einer Lebensdauer von rd. 1700 Std. gerechnet werden kann. Auffallend war die Widerstandszunahme beim Einschalten des Ofens nach einer Pause (s. Abb. 2). Weiter wurde ein Versuch angesetzt, bei dem nicht unterbrochen und die Temperatur auf 1350 ° C herabgesetzt wurde. Nach 1720 Std. zeigte es sich, daß der Widerstand der Stäbe gleichmäßig von

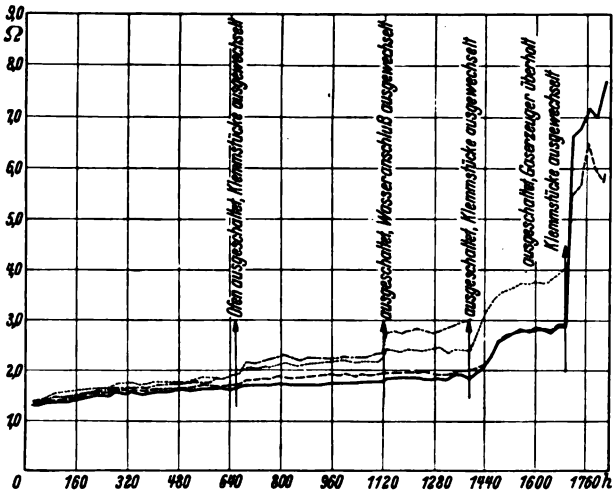
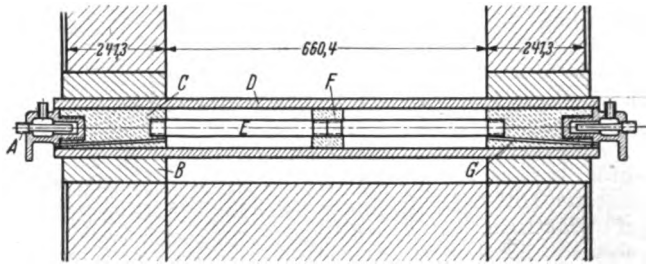


Abb. 2. Widerstandszunahme von Siliziumkarbid in Abhängigkeit von der Zeit (4 Widerstände).

1,25 Ω auf 2,9 Ω gewachsen war. Man nimmt an, daß unter diesen Verhältnissen eine Lebensdauer von 3000 Std. erreicht wird.

Graphitstäbe haben einen niedrigen Widerstand. Sie müssen deshalb an niedrige Spannung gelegt werden. Die Stromdichte beträgt 87,6 A/cm². Die Anordnung der Stäbe im Ofen zeigt Abb. 3; die Widerstandszunahme Abb. 4. Die Ofentemperatur betrug 1420 ° C. Nach 900 Std. Versuchsdauer erwiesen sich die Verluste durch Wasserkühlung zu groß (57%). Aus diesem Grunde wurde die Wasserzufuhr abgestellt. Es zeigte sich, daß die Anschlußstücke oxydierten und daß ihre freie Fläche genügte, um so viel Wärme abzuführen, daß ihre Temperatur etwa 700 ° C betrug. Befriedigenden Schutz gegen Korrosion der Stäbe bot Propangas und das Einführen von trockenem Stickstoff. Derart behandelte Stäbe waren nach



A wassergekühlter Anschluß (Kupfer)
B Isolation
C Graphitanschlußstück
D Siliziumkarbid-Schutzrohr
E Graphitwiderstand 431,8 × 38,1 mm
F Abstandstück aus Graphit
G Gaseinlaß
(Maße in mm)

Abb. 3. Halter für Graphitwiderstände.

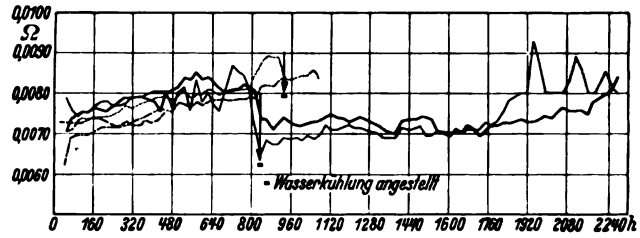
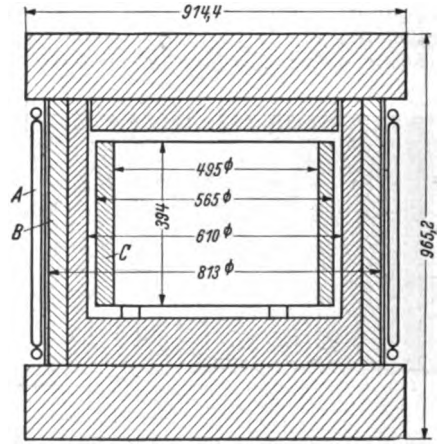


Abb. 4. Widerstandszunahme bei Graphit (5 Widerstände).

2283 Std. noch nicht merkbar angegriffen. Im folgenden werden ähnliche Versuche mit geänderten Haltern beschrieben. Vollständige Versuchsprotokolle ergänzen die Ausführungen.



A Spule *B* Isolation *C* leitender Ring
(Maße in mm)

Abb. 5. Hochfrequenzofen.

Beim Versuch über die Erwärmung nicht leitender Stoffe im Hochfrequenzofen ergab sich in einem Ofen nach Abb. 5 bei einer Temperatur von 1400 ° C nach 1000stündigem Betrieb eine Gewichtsabnahme des Graphitmantels von 54,4 auf 51,7 kg. Die Leistung fiel von 12 auf 9 kW. *Kps.*

[1]) M. G. Toole, u. R. E. Gould, Electrochem. Soc. 70—12 (1936) S. 139; 21 S, 16 Abb.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 311. 28-84 **Selbstfahrender, benzinelektrischer Stromerzeugungs- und Umformersatz.** — Kraftquelle des Fahrzeugs, das im Äußeren einer Motorkleinlokomotive ähnelt, ist ein Benzinmotor von 50 PS Nennleistung bei 1200 U/min. Unmittelbar damit gekuppelt ist ein 30 kW-Gleichstromgenerator, der Strom sowohl zur Fortbewegung des Fahrzeuges, als auch zur Versorgung fremder Verbraucher liefert (Abb. 1).

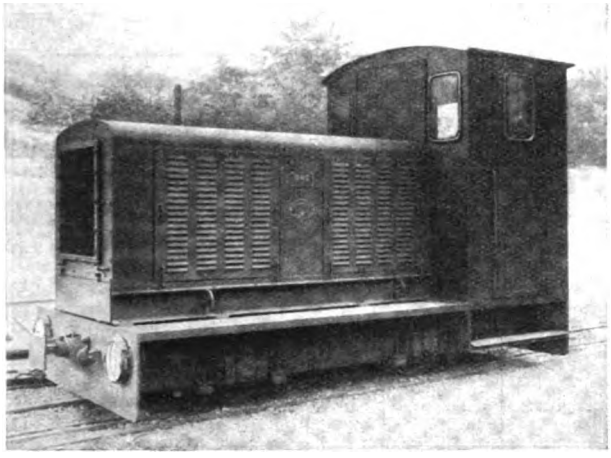


Abb. 1. Gesamtansicht des Fahrzeuges.

Ein 2 kVA-Umformersatz, bestehend aus Gleichstrommotor und Synchrongenerator, erzeugt dreiphasigen Wechselstrom von 220/380 V. Zur Abnahme der Gleich- und Wechselstromleistungen dienen an beiden Enden des Fahrzeuges eingebaute Klemmenkasten, in denen auch die zugehörigen Sicherungen und Schalter untergebracht sind. Bedient wird die ganze Anlage von einer Schalttafel im Führerstand aus. Im Fahrzeug-Unterteil ist zum Antrieb ein Gleichstrommotor eingebaut, der über ein im Ölbad laufendes Kegelradgetriebe mit Übersetzung 1 : 2,5 und ein auf beide Achsen wirkendes Kettengetriebe mit Übersetzung 1 : 2 die beiden Achsen antreibt.

Um die vom Auftraggeber gestellte Bedingung, wonach die beiden Stromerzeugungsanlagen unabhängig vom Fahrzeugteil ortsveränderlich sein müssen, zu erfüllen, sind Benzinmotor mit Kühler und Brennstoffbehälter, Gleichstromgenerator, Umformersatz, Klemmenkasten und die Schalttafel mit sämtlichen Regel- und Steuergeräten auf einen gemeinsamen Grundrahmen aufgebaut. Dieser ruht ohne weitere Befestigung, lediglich unter Zwischenschaltung von schwingungs- und geräuschdämpfenden Gummipolstern auf dem Fahrzeugunterteil, kann also jederzeit mit einem Kran abgehoben werden. Die Schalttafel bildet das Mittelstück der Führerhausvorderwand und preßt sich über eine Dichtung aus Gummiwulst gegen die beiden Seitenteile dieser Vorderwand. Die Verbindungen zwischen Generator und Fahrmotor sind als leicht lösbare Steckverbindungen ausgeführt. Die Spannung des mit gemischter Erregung und Compoundwicklung versehenen Gleichstromgenerators muß bei Normalbetrieb auf 220 V ± 5 % konstant bleiben. Dies bewirkt die Compoundwicklung, zusammen mit einem am Benzinmotor angebauten Präsizions-Fliehkraftfederregler, der dessen Nenndrehzahl auf ± 5 % zwischen Leerlauf und Vollast konstant hält. Zur Vornahme von Versuchen ist die Spannung durch Ändern der Fremderregung zwischen 50 und 250 V regelbar. Zum Fahren wird die Compoundwicklung als Gegencompoundwicklung geschaltet, wodurch die Generatorkennlinie der des Benzinmotors angeglichen und eine Überlastung des Benzinmotors vermieden wird. Die Fahrgeschwindigkeit wird durch Verändern der Motordrehzahl geregelt. Die Motorleistung reicht aus, um ein Gesamtgewicht von 38 t, zusammengesetzt aus 8 t Fahrzeuggewicht und 30 t Anhängelast, mit 22 km/h zu befördern. Die Phasenspannung des Umformersatzes wird bei normalem Betrieb auf 220 V ± 0,1 % zwischen Leerlauf und 15 % Überlast durch einen Schnellregler konstant gehalten. Die Konstanthaltung der Frequenz auf 50 Hz ± 0,5 % zwischen Leerlauf und 15 % Überlast bewirkt ein am Antriebsmotor des Umformersatzes angebauter Fliehkraft-Präzisions-Drehzahlregler.

Zur Vornahme von Versuchen sind sowohl der Spannungs- als auch der Drehzahlregler abschaltbar. Alsdann kann von Hand die Spannung zwischen 150 und 250 V und die Frequenz zwischen 35 und 55 Hz geregelt werden. [K. Bulling, BBC-Nachr. 24 (1937) S. 35; 4 S., 4 Abb.] *eb.*

Elektromaschinenbau.

621. 314. 222. 015. 34 **Der Schutz von Verteilungstransformatoren gegen direkte Blitzschläge.** — H. v. Putman zeigt an Hand von Laboratoriumsversuchen mit künstlichen Blitzen, daß es möglich ist, die in den V. S. Amerika gebräuchlichen Mast-Verteilungstransformatoren auch gegen die Wirkung unmittelbarer Blitzschläge zu schützen. Als Blitzschutzgerät wird dabei die bekannte „deion gap" benutzt, welche an jede Phase des Transformators angeschlossen und entweder außerhalb des Kessels oder unmittelbar in ihn eingebaut ist[1]). Diese Schutzfunkenstrecke hat einmal die Eigenschaft, daß sie gegenüber steilsten Blitzwellen (mehrere 1000 kV/µs) mit sehr geringer Verzögerung (Bruchteile von µs) anspricht, so daß nur eine verhältnismäßig geringe Überspannung an ihr auftritt. Außerdem ist aber eine solche Funkenstrecke imstande, nach dem Ansprechen Blitzströme bis zu 75 000 A und 60 µs Dauer ohne Schaden abzuführen. Eine „deion gap" für 2400 V Betriebsspannung, die bei Blitzwellen geringer Steilheit, bei etwa 50 kV anspricht, besitzt z. B. bei der enormen Steilheit von 1000 kV/µs eine Ansprechspannung von nur 114 kV. Obgleich die Isolation des Transformators hierbei schon bis an die Grenze beansprucht wird, hält sie derartigen kurzzeitigen Beanspruchungen doch ohne Schaden stand. Als Beweis hierfür wird angeführt, daß ein mit „deion"-Funkenstrecken geschützter 2,4 kV-Transformator, nach voraufgegangener Prüfung mit 200 Stößen von 700 bis 900 kV/µs Steilheit, die normale AIEE-Wechselspannungsprüfung anstandslos hielt. Im Anschluß daran wurde derselbe Transformator dann noch zwölfmal einer kombinierten Prüfung mit Spannungsstößen von 3000 kV/µs Steilheit und Stoßströmen von 40 000 A unterworfen. Auch dieser Prüfung, die mit dem von P. L. Bellaschi[2]) angegebenen Blitzschlag-Generator ausgeführt wurde, hielt der Transformator ohne äußerlich erkennbaren Schaden stand, wie die nachfolgende Wechselspannungsprüfung ergab. Als deutlichster Beweis für die Blitzsicherheit der mit „deion gap" geschützten Transformatoren wird endlich angeführt, daß von den seit 1935 eingebauten 100 000 Schutzfunkenstrecken bisher nur 14 beschädigt worden sind. Allerdings ist die Verwendung der Funkenstrecken bisher auf Betriebsspannungen unter 13,8 kV beschränkt. [H. V. Putman, Electr. J. 34 (1937) S. 60; 3 S., 7 Abb.] *Els.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 714. 082. 61 : 621. 317. 313. 029. 62 **Die Theorie und der Entwurf von Hitzdraht-Strommessern für Frequenzen von 25 bis 100 MHz.** — Schon im Jahre 1930 hat C. L. Fortescue einen geschirmten Hitzdraht-Strommesser für Frequenzen von 25 bis 100 MHz beschrieben[3]). Die aus dem Gebrauch dieses Instrumentes gesammelten Erfahrungen wertet der Verfasser nunmehr theoretisch aus und verwendet die dabei gefundenen Ergebnisse als Rechnungsgrundlage für den Entwurf neuer Instrumente dieser Art. An den Anfang seiner Betrachtungen stellt C. L. Fortescue die Berechnung der Temperaturverteilung über einem stromdurchflossenen, ausgestreckten Leiter, die er aus der Gleichgewichtsbedingung zwischen zugeführter und abgegebener Wärmemenge für ein Leiterelement ableitet. Die errechneten Werte stehen mit den experimentellen Ergebnissen in befriedigender Übereinstimmung. Eine ähnliche Rechnung wurde auch von W. N. Goodwin durchgeführt[4]). Der zweite Abschnitt der Arbeit befaßt sich mit

[1]) J. K. Hodnette, Electr. J. 33 (1936) S. 157.
[2]) P. L. Bellaschi, Electr. J. 32 (1935) S. 237.
[3]) J. Instn. electr. Engrs. 68 (1930) S. 556.
[4]) Electr. Engng. 55 (1936) S. 23.

Digitized by Google

der Berechnung des Brückendrahtsystems, das zur Übertragung der Längenänderung des Hitzdrahtes unter dem Einfluß der Temperatur auf den Zeiger dient. Der theoretischen Betrachtung werden experimentell gefundene Werte gegenübergestellt, die Übereinstimmung ist auch hier befriedigend. Der dritte Abschnitt der Arbeit gilt der mengenmäßigen Erfassung der elektrischen Fehler des Instrumentes zum Zwecke der Ableitung brauchbarer Korrekturwerte. Die Hauptfehlerquelle dieser Art ist der Hauteffekt, der zu einer Zusammendrängung der Stromfäden auf der Leiteroberfläche und damit zu einer Widerstandserhöhung des Hitzdrahtes führt. Da dieser Fehler mit zunehmendem Leiterdurchmesser ansteigt, schlägt der Verfasser vor, für Instrumente höherer Nennstromstärke mehrere Hitzdrähte, die einzeln geschirmt werden, parallel zu schalten. Um eine gleichmäßige Stromverteilung zu erreichen, muß neben dem ohmschen Widerstand auch der induktive Widerstand der Einzelleiter gleichgemacht werden, eine Forderung, die der Verfasser dadurch erfüllen zu können glaubt, daß er die Länge und den Durchmesser der einzelnen Drähte gleichmacht. Für die Größe der Stromverdrängung werden Werte angegeben und ihr Einfluß auf die Anzeige des Instrumentes als Korrekturfaktor abgeleitet. Weicht der Verlauf des Stromes von der Sinusform ab, so sind die Oberwellen wegen ihres verschiedenen Einflusses auf die Größe der Stromverdrängung besonders zu berücksichtigen. Der Schluß der Arbeit bringt konstruktive Einzelheiten.

Die besprochene Arbeit hat zur Stellungnahme angeregt. In der Aussprache wird die Beschreibung brauchbarer Vergleichsmeßverfahren vermißt und die optische Strommessung vorgeschlagen, deren Bedeutung sich allerdings infolge des schmalen Meßbereiches, welcher innerhalb der sichtbaren Glut des strombeheizten Hitzdrahtes liegt, auf laboratoriumsmäßige Messungen beschränkt. Die starke Abhängigkeit der Helligkeit der Glut von der Höhe des sie erzeugenden Stromes verleiht dem Verfahren eine hohe Genauigkeit. Außerdem wird die vorgeschlagene konstruktive Maßnahme zur Erzielung einer gleichen Stromverteilung auf parallele Hitzdrähte im Bereiche der vorgesehenen Betriebsfrequenzen als ausreichend bezweifelt. Schließlich wird auf die Unsicherheit der Zeiger-Nullstellung derartiger Instrumente hingewiesen.

Die Verwendung von Hitzdrahtinstrumenten für HF.-Strommessungen bedeutet zweifellos einen Rückschritt. Wenn auch keinesfalls verkannt werden soll, daß das Hitzdrahtinstrument wegen seiner geringen Kapazität der stromführenden Teile gegen Erde gewisse Vorteile bietet, so muß bei der Bewertung des Instrumentes seine hohe mechanische Empfindlichkeit infolge der stark störanfälligen Übertragungsorgane, die sich in einer Inkonstanz des Nullpunktes äußert, und der hohe Leistungsbedarf in Betracht gezogen werden. Außerdem kann die Heranziehung von Korrekturkurven bei der Verwendung eines Instrumentes kaum als ideale Lösung angesehen werden, um so mehr, als die zu korrigierenden Werte in die Größenordnung des Meßwertes eingehen und infolgedessen keine brauchbare Genauigkeit liefern können. Diese Frage gewinnt an Bedeutung, wenn bei der Korrektur Oberwellen des zu messenden Stromes berücksichtigt werden müssen, deren Kenntnis in den wenigsten Fällen vorausgesetzt werden kann. Es erscheint daher zweckmäßiger, zur Strommessung ein Verfahren zu verwenden, das auch ohne Korrekturwerte hinreichend brauchbare Meßwerte liefert.

In den letzten Jahren hat sich der Thermo-Umformer als HF.-Strommesser immer mehr eingeführt. Sein Einsatz gestattet die Verwendung von Drehspulgeräten, die erheblich robuster als das Hitzdrahtinstrument sind. Infolge des kurzen Hitzdrahtes der Thermo-Umformer ist ihr Leistungsbedarf erheblich kleiner als der eines Hitzdrahtinstrumentes. Störend wirkt bei dem Einsatz des Thermo-Umformers die galvanische Verbindung zwischen Hitzdraht und Thermo-Element, die bei der großen Kapazität des Gleichstrominstrumentes gegen Erde zu Verschiebungsströmen führen kann, welche die Genauigkeit der Messung stark in Frage stellen. Zur Beseitigung dieser Fehlerquelle kann man entweder das Thermo-Element isoliert vom Hitzdraht anordnen, was bei Thermo-Umformern im Vakuum häufig geschieht, oder den Eintritt des hochfrequenten Stromes in den Gleichstromkreis durch Drosseln oder Sperrkreise verhindern. Günstig ist es immer, den Thermo-Umformer nach Möglichkeit auf Massepotential zu setzen. Um den störenden Einfluß des Hauteffektes auf die Messung bei Thermo-Umformern höherer Nennstromstärke zu vermeiden, verwendet man heute vielfach Stromwandler, die als Einstab-Ringkernwandler ausgebildet werden. Der Einsatz eines solchen Stromwandlers ermöglicht immer die Herabsetzung des Meßstromes auf einen Wert, der sich mit einem Thermo-Umformer erfassen läßt, dessen Hauteffekt vernachlässigbar ist. Dadurch werden auch die bei Thermo-Umformern höherer Nennstromstärke auftretenden thermischen Fehlerquellen vermieden. Wird der Stromwandler geschirmt ausgeführt, was meist der Fall ist, so können die Verschiebungsströme vom Thermo-Umformer ferngehalten werden. Bei sehr hohen Strömen wird man, um das Übersetzungsverhältnis des Stromwandlers nicht übermäßig groß zu machen, was im Hinblick auf die Sekundär-Induktivität ratsam ist, zwei oder mehrere Stromwandler in Kaskade verwenden. Diese Anordnung ermöglicht die Anwendung mehrfacher Schirmung ohne konstruktive Schwierigkeiten. [C. L. Fortescue, J. Inst. electr. Engrs. 79 (1936) S. 197; 14 S., 18 Abb.] *Stk.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 4. 033. 91 (73/79) Oberleitungsomnibusse in den V. S. Amerika. — Seit dem Jahre 1928 hat die Verbreitung des Oberleitungsomnibusses in den V. S. Amerika schnell zugenommen, seine Verwendung blieb auch nicht auf die Großstädte oder bestimmte Landesteile beschränkt. Wie für deutsche Verhältnisse[1]) wird eine Wirtschaftlichkeit für Wagenfolgen

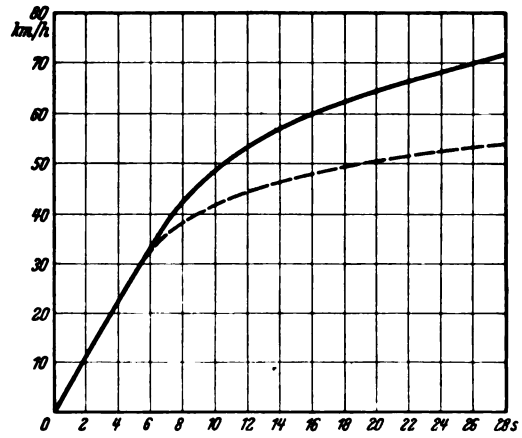


Abb. 2. Anfahrkennlinie für Oberleitungsomnibus
— — — bei vollem Feld ——— bei Feldschwächung.

zwischen 5 und 15 Minuten festgestellt. Bei größerer Verkehrsdichte ist die Straßenbahn, bei noch kleinerer der Benzinomnibus am Platze. Allerdings können auch andere Erwägungen z. B. Verbot der Anbringung von Fahrleitungen oder starker Bedarf an Sonderfahrten zur Verwendung von Omnibussen mit Verbrennungsmotoren führen.

Die neuzeitlichen Oberleitungsomnibusse in Amerika haben zu 90% etwa 40 Sitzplätze und Antrieb durch nur einen Motor. Gegenüber der früheren Bauart mit zwei Motoren ergibt sich ein leichteres Gewicht, kleinerer Preis und einfachere Ausrüstung, allerdings sind die Anfahrverluste größer, weil keine Serien-Parallel-Schaltung angewendet werden kann. Bei den Motoren von 92 kW Leistung ist große Sorgfalt auf die mechanische und elektrische Festigkeit der Stromwender gelegt. Sie werden mit großen Drehzahlen und hohen Temperaturen vorgealtert. Außer den Widerständen sind alle Teile der Steuerung auf einer Schalttafel vereinigt. Die selbsttätige Steuerung mit 11 Widerstandsstufen, 1 für volles und 1 für geschwächtes Feld enthält einen Stromwächter, dessen Federspannung durch einen Fußhebel geändert werden kann. Hierdurch läßt sich die Beschleunigung in den Grenzen von 0,55 bis 1,8 m/s^2 ändern. Der Fahrschalter enthält nur die vier Stellungen: „Aus" — „Rangieren" — „Volles Feld" — „Geschwächtes Feld". Einige der Wagen haben drei Feldschwächungsstufen und können daher etwa 25 % höhere Beharrungsgeschwindigkeiten erzielen (vgl. Abb. 2). Die Vorteile des Oberleitungsomnibusses wie: Ruhiger Lauf, keine Auspuffgase, gutes Einfügen in den übrigen Straßenverkehr und große Zuverlässigkeit der elektrischen Ausrüstung ergaben bei sechs Verkehrsunternehmen eine Zunahme der Fahrgäste von 26,6%. Gleichzeitig nahmen die laufenden Ausgaben je Wagenmeile um 17,5% ab, während die Nettoeinnahmen um 118% stiegen. Jeder Oberleitungsomnibus verbraucht im Jahre 120 000 kWh, die Elektrizitätswerke haben daher auch großes Interesse an der Verbreitung dieses Verkehrsmittels. Die bekannten Platzschwierigkeiten amerikanischer Großstädte geben Anlaß zu dem Vergleich mit den Privatautomobilen: Ein Oberleitungsomnibus befördert bei normaler Besetzung ebenso viele Fahrgäste wie 24 Privatwagen, wobei eine mittlere Besetzung von 1,7 Personen nach statistischen Unterlagen für die Automobile angenommen ist. Auch die

[1]) ETZ 57 (1936) S. 1066.

Digitized by Google

Frage der Parkplätze in der Nähe der Arbeitsstätten ist in den meisten Fällen noch ungelöst. [G. M. Woods, Electr. J. 34 (1937) S. 63; 5 S., 7 Abb.] *Dtt.*

Bergbau und Hütte.

669. 16 : 621. 365. 414 **Die unmittelbare Eisenerzeugung aus Schwefelkies nach dem de Vecchis-Verfahren.** — Das de Vecchis-Verfahren beruht auf dem Grundsatz, daß die Schwefelkiesröstung leicht vonstatten geht, wenn sie so eingestellt wird, daß das gesamte ursprünglich im Schwefelkies (FeS_2) vorhandene Eisen in den Röstrückständen im Eisenoxyduloxyd-Zustand zurückbleibt. Diese Röstrückstände werden dann durch eine elektromagnetische Aufbereitung zu einem Magnetit mit rd. 70% Eisen angereichert, und dieser so erhaltene Magnetit kann dann in einem elektrisch geheizten Ofen auf Roheisen, gegebenenfalls unter Zusatz von Sonderbestandteilen auf Sonderroheisen weiterverarbeitet werden. Der Erfinder de Vecchis will sogar durch eine Erhöhung der Ofentemperatur und durch eine weitere Behandlung im Ofen unmittelbar aus dem Magnetit die Feinung so vornehmen, daß sich Stähle beliebiger Zusammensetzung ergeben. Für die Behandlung des Magnetits hat sich der elektrische Strahlungsofen (Trommelofen mit Graphitwiderstand) als geeignet erwiesen, der vor allem den Vorteil bietet, daß das Gut in einem geschlossenen Gefäß und in reduzierender Atmosphäre behandelt wird. Der Ofen, mit dem das Verfahren praktisch ausgeführt wird, hat eine Leistung von 100 kVA, seine Spannung läßt sich zwischen 32 und 56 V einstellen. Für die Erzeugung eines Roheisens von der Art des schwedischen Roheisens mit 4,1% Kohlenstoff, 0,15% Silizium, Spuren von Mangan, Phosphor und Schwefel besteht der Einsatz aus staubförmigem Magnetit der obengenannten Beschaffenheit unter Zusatz von 20% staubförmigem, gesiebtem Petrolkoks als Reduktionsmittel. Dieser Einsatz wird im elektrischen Trommelofen zunächst auf 1150° C gebracht, dann wird die Ofentür geschlossen und der Ofen in Drehung versetzt. Die zuerst ruhige Gasentwicklung wird immer lebhafter und die zuerst dunkle Flamme mehr und mehr heller, welche Erscheinung das Voranschreiten der Reduktion nach der Gleichung $Fe_3O_4 + 4\,C = 3\,Fe + 4\,CO$ anzeigt. Die Flammenstärke nimmt dann mit dem Fortschreiten dieser Reaktion allmählich ab, so daß der Strom ausgeschaltet wird. Der Ofeninhalt hat inzwischen rd. 1410° C erreicht. Nach Entschwefeln mit Soda wird abgestochen. Durch eine Veränderung der Menge des Reduktionsmittels konnte der Kohlenstoffgehalt eingestellt werden, und zwar betrug dieser 4,01%, 3,2%, 2,6% und 2,26%. Bei entsprechend längerer Feinung des Roheisens im gleichen Ofen konnte der Kohlenstoffgehalt soweit erniedrigt werden, daß sich Stähle mit 1,08%, 0,92% und sogar mit nur 0,08% Kohlenstoff ergaben. Die Größe des Strahlungsofens, mit dem diese Versuche vorgenommen wurden, war 2 t.

Ferner besteht auch die Möglichkeit, die Röstrückstände nach ihrer magnetischen Aufbereitung in einem gasgefeuerten Drehofen unter Zusatz eines Reduktionsmittels auf Eisenschwamm zu verarbeiten und diesen Eisenschwamm dann im elektrischen Strahlungsofen auf Roheisen zu behandeln. Was die Anwendung des de Vecchis-Verfahrens anbetrifft, so wird sich die Wahl seiner Ausführung nach dem Strompreis richten. Ist dieser niedrig, so wird man den elektrischen Strahlungsofen für die Reduktion und für die Schmelzung der magnetisch aufbereiteten Röstrückstände wählen, während man sonst die Reduktion im gasgefeuerten Drehofen vornimmt und den erhaltenen Eisenschwamm im elektrischen Strahlungsofen auf Roheisen oder Stahl weiterbehandelt. In diesem letzteren Falle beziffert sich der Kohlenverbrauch infolge der Reduktion im gasgeheizten Drehofen auf 5 bis 6%. [L'Usine 46 (1937) H. 4, S. 29; 3 S., 9 Abb.] *Kp.*

Theoretische Elektrotechnik.

551. 594. 22. 001. 5 **Russische Arbeiten zur Blitzerforschung im Jahre 1936.** — Für die von der Akademie der Wissenschaften und vom Allunion-Elektrotechnischen Institut angestellten Untersuchungen wurde ein Feldlaboratorium eingerichtet. Die Blitzempfänger wurden an Luftballons befestigt und die Blitzentladungen durch Kathodenoszillographen und Klydonographen verzeichnet. Der Blitz und der Einsatz der oszillographischen Aufzeichnung wurden durch ein Lichtrelais[1]) synchronisiert. Es gelang, während zwei Gewittern fünf Blitzentladungen aufzunehmen (s. Zahlentafel 1).

[1]) Elektritschestwo 57 (1936) H. 6, S. 5.

Zahlentafel 1.

		Nr. des Oszillogramms				
		1	2	3	4	5
1. Amplitudenwerte der Ströme	kA	30	18	31	17	30
2. Stirn der Welle	µs	8,5	10	3,5	10*)	
3. Wellendauer	µs	35	45	30	23	zwischen 1,5 u. 2,0
4. $\left(\frac{di}{dt}\right)_{max}$	kA/µs	6,6	7,6	25	40**)	
5. $\left(\frac{di}{dt}\right)_{mittl}$	kA/µs	3,5	1,8	9,0	1,1	
6. Elektrizitätsmenge	C	0,5	0,22	0,12	0,15	
7. Polarität der Entladung	—	negativ			schwankend	

*) Der Stirnanfang des Grundimpulses wird mit 5 µs angenommen.
**) Gemessen am Wellenende.

Das erste Oszillogramm zeigt Abb. 3. Mittels des Klydonographen konnte die Zahl der Stöße, die Gesamtdauer der Entladungen, ihre Polarität und die Größe der in der Antenne induzierten Spannungen bestimmt werden.

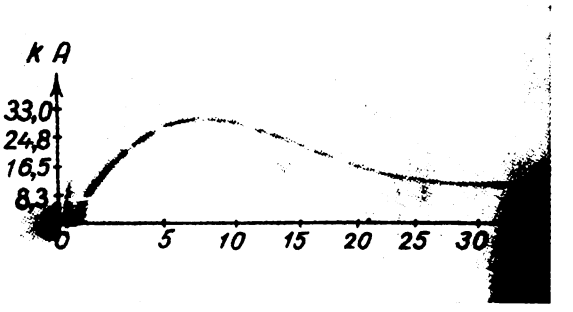


Abb. 3. Oszillogramm einer Blitzentladung.

Die Blitzstromstärken werden mit dem Stahlstäbchenverfahren (nach Max Toepler; der Berichter) in Grenzen von 15 bis 100 kA bestimmt.

Es gibt Gegenden mit besonders häufigen Blitzentladungen. Um die Ursachen dieser „Blitzanziehung" kennenzulernen, wurden im Sommer 1936 Beobachtungen in verschiedenen Gegenden Rußlands durchgeführt. Es konnte festgestellt werden, daß die „Blitzanziehung" vorwiegend durch gut leitenden Boden verursacht wird. Messungen der Luftionisierung in Gegenden mit häufigen und seltenen Blitzerscheinungen, der Leitfähigkeit der Luft in verschiedenen Höhen mittels Luftballons und der Ionisierung und der Potentialgradienten an Gewittertagen ergaben, daß die Größe der Ionisierung an verschiedenen Masten wahrscheinlich geologischen Ursprungs ist und daß das Vorzeichen örtlich beeinflußt zu sein scheint. Die Annahme, daß in Gegenden mit häufigen Blitzentladungen negative Ionen vorherrschen, stimmt nicht immer. Die Messungen der Ionisierung und früher durchgeführte radiometrische Messungen haben nicht bestätigt, daß eine höhere Ionisierung an den vom Blitz getroffenen Masten vorhanden ist. Die Änderungen sowohl in der Zahl der Ionen als auch im Verhältnis der positiven Ionen zu den negativen sind an Gewittertagen größer, als dies den örtlichen Verhältnissen entspricht. Das Studium der Ursachen der Blitzentladungen in verschiedenen Gegenden darf nicht in der Nähe der Kraftübertragungen vorgenommen werden, denn die Schäden und Überschläge an den Masten fallen nicht immer mit der Stelle der Blitzentladung zusammen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sprechen eher zugunsten der „Boden-" als der „Ionisierungs-Theorie".

Zahlreiche Untersuchungen, die vorgenommen wurden, um festzustellen, weshalb der Blitz in der Luft und in der Nähe der Erdoberfläche einen bestimmten Weg einschlägt, haben gezeigt, daß die Ergebnisse der Forschungsarbeiten in Frankreich 1932/34[1]) den russischen Ergebnissen widersprechen.

Auch die Laboratoriumsmodelle zur Erforschung der Blitzentladungen wurden auf Grund neuer theoretischer Erwägungen ausgeführt. Mit diesen Modellen wurden eine große Anzahl von Versuchen vorgenommen. Bestimmt wurde die Abhängigkeit zwischen dem Schutzkoeffizienten k und den Grundfaktoren (Wolkenhöhe H, Höhe des zu schützenden Gegenstandes h_0, Höhe der Blitzableiter h) für den Fall, daß der Schutz mittels zwei, drei, vier und mittels noch größerer Zahl von Blitzableitern durchgeführt wird. (Man muß sich davor hüten, Modellversuchen ein zu großes Gewicht beizulegen, da wohl

[1]) Dauzère, CIGRE, Paris 1933, Bericht 74; vgl. ETZ 54 (1933) S. 1064.

Digitized by Google

kaum ein Modellversuch in jeder Richtung naturgetreu angelegt werden kann. *H. M.*, ETZ.)

Aufnahmen, die mit der Kammer nach Boys ausgeführt wurden, zeigen, daß bei der Blitzentladung einer schwach leuchtenden, sich langsam von der negativ geladenen Wolke zur Erde bewegenden Erscheinung, nachdem sie die Erde erreicht hat, von der Erde aus längs dieser Bahn rasch eine stark leuchtende Blitzbahn folgt. Die seltenen positiven Blitze konnten noch nicht aufgenommen werden. Die Blitzphotos, d. h. die Aufnahmen kilometerlanger Impulsentladungen, wurden durch Untersuchungen im Laboratorium an Funken verhältnismäßig kleiner Länge ergänzt. Die Erforschungen der positiven Funken von 160 cm Länge beweisen das Vorhandensein von Leuchterscheinungen sowohl in der Hauptblitzbahn als auch in den Verästelungen. Die mittlere Geschwindigkeit einer Leuchterscheinung in positiver Blitzbahn beträgt $6{,}3 \cdot 10^6$ cm/s. In den Verästelungen ist sie viel kleiner und schwankt in den Grenzen 1,5 und $3 \cdot 10^6$ cm/s.

Auf den Blitzaufnahmen ist ein langer, breiter und unklarer Streifen hinter der Hauptbahn charakteristisch. Dieses nacheilende Leuchten besteht aus einzelnen Teilen von ungleichmäßiger Länge und hat eine Dauer bis zu 500 µs, und zwar in der Nähe der Erde eine größere als in der Mitte der Bahn. Die gleichen Erscheinungen können bei positiven und negativen Impulsen im Laboratorium beobachtet werden.

Auf Grund dieser Beobachtungen kann behauptet werden, daß das dauernde nacheilende Leuchten von mehreren, nahe aneinander gelegenen Zentren verursacht wird, und daß diese Zentren, die eine lange Leuchtbahn verursachen, teilweise auf den Zickzackbahnen des Funkens oder in der Nähe derselben liegen. Das gilt auch für alle parallelen Verzweigungen der Funkenbahn. Die Leuchtzentren des positiven Stoßes liegen näher aneinander. Die Leuchtbahnen des negativen Impulses liegen teilweise dicht aneinander und teilweise zerstreut; bei negativen Stößen treten in einigen Fällen in der Mitte der Funkenstrecke einzelne besonders lange Leuchtbahnen bis zu 320 µs auf, wogegen ihre mittlere Länge bis 180 µs und die mittlere Länge aller Leuchtbahnen 70 µs beträgt. Besonders stark ist das nacheilende Leuchten an der Erde und an der Spitze. Das Leuchten dauert, unabhängig von der Polarität des Impulses, an der Erde länger als an der Spitze oder an der Kugel. Das nacheilende Leuchten an der Erde ist bei negativem Impuls größer als beim positiven. Die mittlere Dauer des Leuchtens beträgt 480 und die Höchstdauer bis 1800 µs. Im Mittel beträgt die Dauer des Leuchtens an der positiven Spitze etwa 260 µs. Bei negativen Impulsen teilt sich das büschelartige Ende der Leuchtbahn in mehrere (bis zu drei) Teile, die gewöhnlich von mehreren sehr naheliegenden Zentren ausgehen. In der letzten Zeit ist es dem Verfasser gelungen, mittels eines neuen Verfahrens die Entwicklung der positiven und negativen Entladung sehr deutlich zu photographieren. [I. S. Sokolnikow, Elektritschestwo 58 (1937) H. 2, S. 1; 8 S., 6 Abb.] *T. S.*

Physik.

537. 525. 2/4 **Durchschlag und Gasentladung im inhomogenen Feld (Spitze — Platte).** — Während für das homogene Feld die Vorgänge bei Durchschlag und Gasentladung theoretisch und experimentell einer gewissen Klärung entgegengeführt werden konnten, sind unsere Kenntnisse über deren Ablauf im inhomogenen Feld noch unbefriedigend. Hier fehlen vor allem hinreichende theoretische Darstellungen, jedoch sind auch die experimentellen Untersuchungen nicht widerspruchsfrei. An der Elektrodenanordnung Spitze – Platte wurde darum in verschiedenen Gasen eine ausgedehnte theoretische und experimentelle Untersuchung über Durchschlag, Glimm- und Koronaentladung und über ihre Abhängigkeit von Druck, Temperatur, Spitzenpolarität, Mischungsverhältnis usw. angestellt.

Die Durchschlagspannung war in Edelgasen für positive Spitze stets höher als bei umgekehrter Polarität; nach fallender Durchschlagspannung geordnet erscheinen die untersuchten Edelgase in der Reihenfolge Ar, Ne, He. Von den untersuchten zweiatomigen Molekülgasen verhält sich Wasserstoff wie ein Edelgas; N_2, O_2, Cl_2 und Luft dagegen zeigen eine sogenannte kritische Schlagweite, bei der für beide Spitzenpolaritäten die Durchschlagspannung dieselbe ist. Bei kleineren Schlagweiten als diese kritische ist die Abhängigkeit der Durchschlagspannung von der Spitzenpolarität wie bei den Edelgasen, bei größeren Schlagweiten verhalten sie sich jedoch umgekehrt. Diese kritische Schlagweite wird hervorgerufen durch das Auftreten negativer Ionen und deren Einfluß auf die Ionisierungsspannung der Moleküle. Sie ist proportional den Anlagerungsweglängen der Elektronen in den einzelnen Gasen, für die unter Benutzung der verschiedenen Beweglichkeitsansätze mehrere Formeln angegeben werden. Nach Größe der Durchschlagspannung erscheinen bei negativer Spitze die Gase in der Folge H_2, N_2, O_2, Cl_2, bei positiver Spitze und kleinem Produkt $p \cdot l$ (p Gasdruck, l Schlagweite) in der Reihenfolge Cl_2, O_2, H_2, N_2, bei großem $p \cdot l$: N_2, H_2, O_2, Cl_2. Die Summe der Durchschlagspannungen für beide Spitzenpolaritäten ist dem Gasdruck proportional. Nach dieser Summe geordnet treten die verschiedenen Gase in derselben Folge auf wie beim Durchschlag im homogenen Felde.

In das bekannte Townsend'sche Ähnlichkeitsgesetz $p \cdot l =$ konst. läßt sich für das inhomogene Feld der Temperatureinfluß einbeziehen durch den Ansatz $p \cdot l/T =$ konst. (T absolute Temperatur).

Bei der Untersuchung der Koronaentladung wurden zunächst in allen Gasen für verschiedene Schlagweiten und Drucke Stromspannungskurven aufgenommen. Die ebenfalls ermittelte räumliche Stromverteilung zeigt, daß bei positiver Spitze der Entladungsstrom von einem merklich engeren Kanal geführt wird als bei umgekehrter Polarität. Der stromführende Querschnitt ist dabei in beiden Fällen direkt proportional dem Abstand von der Spitzenelektrode.

Eine theoretische Betrachtung zeigt, daß in der Glimm- und Koronaentladung durch die Anwesenheit angeregter Moleküle eine merkliche Erhöhung der Gastemperatur eintreten muß. Diese Überlegungen werden gestützt durch spektrographische Beobachtung des Koronaleuchtens und durch den Einfluß der Gastemperatur auf die kritische Schlagweite. Letztere ist vom Feuchtigkeitsgehalt der untersuchten Gase nicht merkbar abhängig. [Yoshimi Miyamoto, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 6, S. 371; 27 S., 41 Abb.]. *Wrf.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

064 **Reichsausstellung „Gebt mir vier Jahre Zeit" Berlin 1937.** — Die Ausstellung war eine erste umfassende Schau der Leistungen des deutschen Volkes im Zeichen des Nationalsozialismus in den letzten vier Jahren, ein Zeugnis der großen Arbeit, die zum Wiederaufbau auf allen Gebieten deutschen Lebens geleistet wurde. In der Halle 1 ließen neun riesige senkrecht stehende Bücher in sich selbsttätig umschlagenden Bildseiten die Merkmale der Arbeitsschlacht zum Wiederaufstieg an den Augen des Besuchers vorbeiziehen. Das Wiedererwachen der Industrie mit ihren Zechen, Hütten-, Elektrizitätswerken, neuen Schwel- und Ölgewinnungsanlagen entrollte sich u. a. in packender Weise vor dem Beschauer. In einem nach den neuesten film-, lichttechnischen und akustischen Erkenntnissen angelegten Kino für 2000 Personen wurden besonders eindrucksvolle Ausschnitte aus den Wochenschauen der 4 Aufbaujahre gebracht. Den Aufschwung in der Industrie zeigte besonders die Halle 2. Der Absatz des deutschen Maschinenbaus stieg von 1363 Mill im Jahre 1932 auf 2950 Mill RM im Jahre 1936. In der deutschen Energiewirtschaft wurden in den letzten 4 Jahren rd. 4 Mill Abnehmer von elektrischem Strom neu angeschlossen. Die Stromerzeugung betrug im Jahre 1933: 25,65 Mrd kWh, 1936: 42 Mrd kWh. An Spitzenleistungen aus dem Maschinenbau waren u. a. aufgestellt ein 1500 PS MAN-Schiffsdieselmotor, das Modell (1 : 10) der größten deutschen Gegenlaufturbine 75 000 kVA (68 000 PS), drei Kunstharzpressen als Beispiel zum Kampf Deutschlands um die Rohstofffreiheit, eine Kniehebel-Tiefziehpresse als Sinnbild für den durch die „Motorisierung" angefachten Fahrzeugbedarf, Webstühle für die Verarbeitung der Zellwolle u. a. Nirgends fehlte die Mitwirkung der elektrischen Energie, die dem Antrieb der Maschinen diente. Dasselbe gilt bei den Erfolgen in der Erzeugungsschlacht der Landwirtschaft, bei denen der Einsatz arbeitsparender Maschinen erheblich mitgewirkt hat. Von den Fortschritten im Funk zeugte das Modell des Fernsehsenders der Deutschen Reichspost auf dem Feldberg (Taunus). Zu den Erfolgen im Flugverkehr haben die Forschungsarbeiten der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) an Einrichtungen mit hochwertigen elektrischen Meßeinrichtungen ausschlaggebend beigetragen. Nicht minder wurde durch die elektrische Energie die Steigerung der fahrplanmäßigen Höchstgeschwindigkeit bis zu 160 km/h im Schnelltriebwagen, die in einem Modell an nebeneinander laufenden Zügen zu sehen war, erzielt. Die Ausstellung wurde durch die photographische Bilddarstellung beherrscht, und es ist natürlich, daß in den weiteren Hallen um den Funkturm das graphische Gewerbe in allen seinen Sparten lückenlos vertreten war. *Pge.*

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Reichsparteitag 1937.

Im Rahmen des Reichsparteitages 1937 veranstaltet das Hauptamt für Technik am Montag, dem 13. 9. 1937, um 10^{30} im Großen Saal des Rathauses zu Nürnberg eine Sondertagung, welche für jeden mit Einlaßkarte versehenen Parteigenossen offen ist.

Einlaßkarten können bei der Geschäftstelle des VDE bis spätestens zum 28. 8. 1937 bestellt werden.

Neu erschienene VDE-Arbeiten.

Sonderdrucke der folgenden neuen VDE-Arbeiten sind inzwischen erschienen und können von der Geschäftsstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 — VDE-Haus, zu den angegebenen Preisen bezogen werden:

VDE 0650 U/1937 „Umstell-Vorschriften für die Bewertung und Prüfung von Anlassern und Steuergeräten", Erstfassung, gültig ab 1. August 1937 . . . . . 0,10 RM,

VDE 0660 U/1937 „Umstell-Vorschriften für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Schaltgeräten bis 500 V Wechselspannung und 3000 V Gleichspannung", Erstfassung, gültig ab 1. August 1937 . . . . . 0,10 RM.

VDE-Mitglieder erhalten einen Preisnachlaß von 10%. Versandkosten werden berechnet.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Die VDE-Prüfstelle hat gegen die Firma Qu. in L. Strafantrag gestellt, weil diese Firma Sicherungen mit VDE-Zeichen anfertigte, ohne die Zeichengenehmigung zu besitzen, und weil sie auch durchgebrannte Sicherungen anderer Firmen, die das VDE-Zeichen und die Firmenzeichen der ursprünglichen Hersteller trugen, wiederherstellte und mit den erwähnten Zeichen wieder in den Verkehr brachte.

Das Amtsgericht in Leipzig hat nun auf Grund des Strafantrags der VDE-Prüfstelle den Kaufmann Queitzsch in Leipzig lt. Strafbefehl vom 23. Juni 1937

1. wegen Vergehens gegen das Warenzeichengesetz vom 5. 5. 1936 zu RM 120,— Geldstrafe, hilfsweise 60 Tagen Gefängnis,
2. wegen unlauteren Wettbewerbs zu RM 50,— Geldstrafe, hilfsweise 25 Tagen Gefängnis,

verurteilt.

Der Strafbefehl ist rechtskräftig.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

IEC

Bekanntmachung.

Deutsches Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (DK der IEC).

Nachstehend wird eine Liste der zur Zeit geltenden Veröffentlichungen, Regeln und Empfehlungen der Internationalen Elektrotechnischen Kommission nebst Preisangabe mitgeteilt Diese im allgemeinen in englischer und französischer Sprache veröffentlichten IEC-Regeln können in der Originalfassung beim Central Office of the International Elektrotechnical Commission, 28, Victoria Street, Westminster, London S. W. 1, bezogen werden.

Liste der Veröffentlichungen.

27.	International Symbols, Part I, Letter Symbols (adopted September 1920, 1931)	2 sh.
28.	International Standard of Resistance for Copper 1925	2 „
34.	Specification for Electrical Machinery (4th Edition) 1935	4 „
35.	International Symbols, Part 2, Graphical Symbols for Heavy-Current Systems 1930	4 „
37.	Standard Dimensions of Bayonet Lamp Sockets and Caps 1927	1 „
38.	Standard Voltages 1927	1 „
41.	Publication on the Testing of Hydraulic Turbines 1928	2 „
42.	International Symbols, Part 3, Graphical Symbols for Weak-Current Systems 1931	4 „
43.	Recommendations for Alternating Current Watt-Hour Meters 1931	2 „
44.	Recommendations for Instrument Transformers 1931	2 „
45.	Publication on Steam Turbines Part I Specification 1931	2 „
46.	Publication on Steam Turbines Part II Rules for Acceptance Tests 1931	4 „
47.	Definitions and Rules for Switchgear 1932	2 „
48.	Rules for Electric Traction Motors 1933	4 „
49.	Comparaison des Réglementations en vigueur dans les différents pays pour l'établissement des Lignes aériennes (nur in französischer Sprache) 1935 . .	4 „
50.	International Electrotechnical Vocabulary Group 05 Fundamental Definitions 1935	1 „
51.	Specifications for indicating electrical measuring instruments: Ammeters, Voltmeters and Single-Phase Wattmeters 1935	2 „
52.	Rules for the Measurement of Test-Voltage at Power Frequencies in Dielectric Tests by Sphere-Gaps 1935	2 „
53.	Schedule of Information to be given with enquiries and orders for electrical machinery 1935	2 „
54.	Recommendations for Standard Direction of motion of operating devices and for indicating Lamps for circuit-breakers 1936	2 „
55.	Specification for Tests on impregnated paperinsulated lead-covered cables for voltages of 10 kV to 66 kV 1936	2 „

Es ist beabsichtigt, jedenfalls bei neuerscheinenden IEC-Veröffentlichungen, jeweils eine deutsche Übersetzung anzufertigen. Deutsche Übersetzungen folgender IEC-Veröffentlichungen liegen bereits vor:

IEC-Veröffentlichung 34 Regeln für Maschinen und Transformatoren	3,50 RM
IEC-Veröffentlichung 53 Erforderliche Angaben bei Anfragen und Bestellungen auf elektrische Maschinen	1,50 RM
IEC-Veröffentlichung 54 Empfehlungen für einheitlichen Bewegungssinn von Betätigungsvorrichtungen und für Meldelampen von Schaltern	0,75 RM

Diese sowie die weiterhin erscheinenden deutschen Übersetzungen von IEC-Veröffentlichungen sind erhältlich beim Deutschen Komitee der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (DK der IEC), Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.

Deutsches Komitee der IEC.
Der Schriftführer:
Blendermann

Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. Lotz †. — Im Alter von nur 43 Jahren verschied am 25. 7. an einem Herzschlag Herr Dr. Heinz Lotz VDE. Als Hauptgeschäftsführer der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie, als Mitglied des Reichskultursenats und Geschäftsführer des Kartellverbandes der Rundfunkindustrie hat der Verstorbene in vielfältigen Beziehungen zur Elektrotechnik gestanden und seit langen Jahren seine Energie und sein Können zum Wohle der deutschen Wirtschaft eingesetzt.

G. Marconi †.

Am 20. 7. ist in Rom Guglielmo Marconi im Alter von 63 Jahren verstorben. Er wurde am 23. 7. in seiner Heimat Bologna unter hohen Ehrungen bestattet, die nicht nur dem weltberühmten Begründer der drahtlosen Telegraphie, sondern zugleich dem italienischen Senator Marconi, dem Ehrenpräsidenten der Königlichen Akademie und Mitglied des Obersten Faschistischen Rates gebührten.

Die bekannten Versuche Marconis vom 10. 5. 1897 zwischen Lavernock Point und der Insel Flatholm im Bristol-Kanal, die die Überwindbarkeit des Raumes durch Hertzsche Wellen vor aller Welt bestätigten und denen auch Slaby beiwohnte, gelten mit Recht als der Beginn der drahtlosen Telegraphie. Der Erfolg beruhte zwar wesentlich auf der Anwendung bereits bestehender Elemente — Marconi vereinigte den Kugelfunkenstrecken-Oszillator seines Lehrers Righi mit dem Popoffschen Luftleiter und benutzte zum Empfang den Branlyschen Fritter —, auch lagen damals außer den von Maxwell und Hertz geschaffenen Grundlagen schon praktische Versuche von Tesla vor, der 1892/93 eine drahtlose Signalübertragung mittels abgestimmter geerdeter Luftleiter beschrieben und mit einer solchen Anordnung bei New York im Jahre 1896 etwa 32 km überbrückt hatte. Dennoch wird niemand verkennen, daß die Entwicklung der Funkwellen zu einem neuen Nachrichtenmittel von gewaltiger Tragweite erst durch die Vorführungen Marconis ausgelöst worden ist. Daß bei ihm Glücksumstände, wie die Unterstützung durch englisches Geld und den weitsichtigen Leiter des englischen Nachrichtenwesens, Preece, mitgeholfen haben, während dem vom Mißgeschick verfolgten Tesla sein Laboratorium verbrannte, kann den geistigen Ruhm des jungen italienischen Erfinders und Bahnbrechers in keiner Weise schmälern. Vor allem muß hierbei berücksichtigt werden, daß Tesla bei seinen späteren erfolgreichen Fernwirkungsversuchen immer wieder das Problem der drahtlosen Energieübertragung in den Vordergrund stellte, während Marconi folgerichtig auf die Schaffung telegraphischer Weitverbindungen hinarbeitete. Er konnte 1901, mit längeren Wellen als zu Anfang, bereits 400 km überbrücken, und schon 1902 war die drahtlose Überseetelegraphie zur Tatsache geworden.

G. Marconi †.

Der Aufschwung, der nun folgte, ist im Zeitalter des Rundfunks, der drahtlosen Ozeanferngespräche, des Fernsehens und der Dezimeterwellen aller Welt gegenwärtig. Die spannendste Phase der ersten Entwicklung war wohl der Wettbewerb, den die 1897 gegründete Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd. mit dem Telefunken-System, hervorgegangen aus den Arbeiten von Slaby-Arco und Siemens-Braun, auf technischem und patentrechtlichem Gebiet zu bestehen hatte. Eine 1906 vollzogene Vereinbarung zwischen beiden genannten Gesellschaften gab der drahtlosen Telegraphie, insbesondere im Schiffsverkehr, neuen Auftrieb. 1909 erhielt Marconi zusammen mit Prof. Braun, dem Erfinder des geschlossenen Senderschwingkreises, den Nobelpreis für Physik. Im Jahre 1916, als die stürmische Weiterentwicklung von den gedämpften Wellen der Knallfunkenstrecke und der Löschfunkenstrecke über den Lichtbogen- und den Hochfrequenzmaschinensender zum rückgekoppelten Röhrensender nach Meißner und damit zur idealen Erzeugung leicht modulierbarer ungedämpfter Schwingungen bis zu sehr kleinen Wellenlängen hinunter fortgeschritten war, unternahm Marconi seine ersten Versuche, mit Hilfe von Kurzwellen-Richtantennen vergrößerte Reichweiten, namentlich im Küstenverkehr, zu erzielen. Als sieben Jahre später die Empfangsbeobachtungen amerikanischer Funkliebhaber die Eignung der durch die Jonosphäre geführten kurzen Wellen zur Bewältigung beliebiger irdischer Entfernungen offenbarten, setzte unter der Förderung Marconis die planmäßige Entwicklung der Kurzwellen-Richtstationen für Überseetelegraphie in stärkstem Maße ein.

Leider war es Marconi nicht vergönnt, den großartigen Verlauf dieser neuen Epoche bis zur neuesten Ultrakurzwellentechnik körperlich und geistig ungebrochen mitzuerleben. Die Folgen eines Autounfalls zehrten stark an seiner Gesundheit. Er mußte sich mehr und mehr von den Stätten des harten Ringens um den technischen Erfolg und seine industrielle Verwertung zurückziehen. 1927 schied er aus dem Vorsitz der Marconi-Gesellschaft aus. An Bord seiner Yacht „Electra", die ihm als schwimmendes Laboratorium diente, hat er dann aber noch wesentlich teilgehabt an der Erschließung der Meter- und Dezimeterwellen. Fritz Schröter.

P. W. Sothman †. — Peter William Sothman, geb. 20. 5. 1870, erlag, 67 Jahre alt, am 25. 6. ds. Js. einem schweren Leiden. Er war ein Selfmademan, der sich zu hohen Staatsstellungen emporarbeitete. Im Jahre 1894 übertrugen Siemens & Halske ihm als bauleitendem Ingenieur den Bau des Boberwasserkraftwerkes zur Versorgung der Stadt Grünberg (Schlesien). Nach glücklicher Vollendung des Baues war er drei Jahre lang technischer Leiter dieses Werkes, dann bis 1905 in gleicher Stellung beim E. W. Strassburg i. Elsaß tätig. Er hatte sich in diesen Stellungen mit dem damals noch neuen Drehstromsystem sehr vertraut gemacht, ging nun, von Schaffenslust und Ehrgeiz getrieben, nach Kanada und wirkte dort als Chief Engineer der Ontario Hydro-Electric Power Commission am Bau großer Kraftwerke. Die gleiche Tätigkeit behielt er auch als Consulting Engineer in New York von 1913 bis 1926.

Als sich der Irische Freistaat im Jahre 1925 zum Bau des großen Shannon-Kraftwerkes von 120 000 kW entschlossen hatte, verpflichtete der Freistaat P. W. Sothman als Chefingenieur für die staatliche Bauaufsicht. In verständnisvoller vierjähriger Zusammenarbeit mit der Baufirma SSW wurde der Bau in der vertraglich ausbedungenen Zeit mit einem Hochspannungsnetz zur Versorgung des ganzen Freistaates durchgeführt, und seit 1930 versorgt das Shannonwerk ganz Irland mit Strom. Im gleichen Jahre zog sich Sothman als Sechzigjähriger nach Plön in Holstein zurück, wo er nach seinem unruhigen Leben noch ein paar Jahre ruhigen Familienglücks genießen konnte.

P. W. Sothman war ein Feuergeist, der in unermüdlichem fleißigen Schaffen auch die schwierigsten Probleme mit seltener Energie, ich möchte sagen mit einem frischen Draufgängertum, anfaßte und löste. Alle, die mit diesem zielbewußt und froh schaffenden Ingenieur zusammen gearbeitet haben, werden ihm ein freundliches, ehrendes Andenken bewahren. R. Werner.

Jubiläum. — Am 2. 8. konnte Herr Dir. Gerhard Lucas VDE, AEG-Fabriken Hennigsdorf, sein 25jähriges Dienstjubiläum feiern. Dir. Lucas ist 1912 als Konstrukteur für Bahnmotoren zur AEG gekommen und hat sich nach dem Kriege, den er von Anfang bis Ende mitmachte, der Konstruktion, später auch dem Vertrieb von Elektrokarren sowie von Preß- und Isolierstoffen und Kühlschränken gewidmet. Sein Können stellte er auch bereitwillig in Gemeinschaftsorganisationen zur Verfügung, wo er seine Sondergebiete als Fachgruppen- und Ausschußleiter vertritt.

Digitized by Google

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 34

Elektromotor und Arbeitsmaschine. Von Prof. Dr.-Ing. F. Moeller und Reg.-Baurat Dr.-Ing. O. Repp. (Schriftenreihe Ingenieurfortbildung, herausgeg. von Prof. Dipl.-Ing. G. von Hanffstengel, H. 1.) Mit 102 Abb., VII u. 157 S. im Format 56 × 124 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis kart. 4,80 RM.

Das Neue an diesem für den Techniker nichtelektrischer Fachrichtung gedachten Elektromotorenbuch ist vor allem, daß eine für den Betriebsmann zweckmäßige Einteilung und Auswahl des Stoffes getroffen wurde. Die Motoren verschiedener Bauarten, Schaltungen und Stromarten sind nicht vorwiegend von der elektrischen, sondern auch von der Seite der mechanischen Anforderungen durch die Arbeitsmaschine her gesehen. Im Vordergrund der Besprechung stehen daher die Betriebseigenschaften, die für die Lösung aller Antriebsfragen von ausschlaggebender Bedeutung sind. Dementsprechend ist die Einteilung des Buches durchgeführt. Im ersten Teil behandelt Moeller nach einem allgemeinen Überblick nacheinander das Drehzahlverhalten, die Drehzahlregelung, den Anlauf, die Bremsung, den Überstromschutz, dann Wirkungsgrad, Erwärmung, Inbetriebsetzung, Störungen und noch in einem aufschlußreichen Abschnitt die Fragen der Stabilität elektrischer Antriebe von Arbeitsmaschinen. Jeder Abschnitt enthält dabei die gerade behandelte Eigenschaft bei den besprochenen Motorenarten in Gegenüberstellung, so daß Vergleiche erleichtert werden. Im zweiten Teil des Buches bringt Repp nach einer Besprechung von Belastungsfaktor, Antriebsarten, Kupplung, Getriebe und Steuerungen eine Auswahl von Anwendungsbeispielen aus verschiedenen Gebieten der elektrischen Antriebstechnik. Durch die Einteilung nach der Art der Arbeitsmaschine (Maschinen für Stoffverarbeitung, für Stoffbewegung, ferner Schweranlauf, weitgehende Regelung, Gleichlaufforderung) werden auch hier die betriebsmäßig gleichartigen Forderungen an den Elektromotor jeweils zusammenfassend dargestellt.

Nach Anlage, Darstellungsweise und Stoffauswahl ist das Buch ein willkommenes Hilfsmittel zur Einführung in das Gebiet der elektrischen Antriebe, sowohl für den Studierenden und Jungingenieur, der sich noch nicht auf einen bestimmten Industriezweig festgelegt hat und aus dem Buche Grundsätzliches, für alle Verwendungsgebiete Gültiges entnehmen kann, als auch für den Angehörigen irgendeiner Industrie, der es zum gleichen Zweck neben den einschlägigen Sonderwerken mit Vorteil zu Rate ziehen wird. F. Oertel VDE.

626/627 (54)

Water Power, its estimation and development with particular reference to India, a practical treatise for Civil and Electrical Engineers. By J. W. Meares, Verlag Thacker, Spink & Co. Ltd. Calcutta 1935. Mit 11 Abb., 185 S.

Dieser kleine, knapp und doch umfassend geschriebene Leitfaden über Ausbau und Ausnutzung von Wasserkräften ist gegenüber ähnlichen Erscheinungen des englischen und nordamerikanischen Schrifttums dadurch ausgezeichnet, daß er vorzugsweise die indischen Verhältnisse im Auge hat, deren Eigenheiten u. a. in den meteorologischen Bedingungen und in der Wichtigkeit der landwirtschaftlichen Wassernutzung zur Bewässerung liegen. Indien hat ungeheure natürliche Wasserkraftschätze. Der Verfasser, der fast von Anfang an als Leiter des Indischen Wasserkraftforschungsdienstes tätig war, ist sicher vorzüglich berufen, über den Gegenstand zu schreiben. Von allgemeinem Interesse sind vor allem seine Angaben über den derzeitigen Ausbaustand der indischen Wasserkräfte (Tafel 1) und die Ausbaukosten (Tafel 2).

Unter den aufgeführten 27 Wasserkraftelektrizitätswerken Indiens sind nur acht 5000 kW und sechs 10000 kW und mehr stark. Unter diesen sind aber beachtenswerte Hochdruckspeicherwerke, s. vorstehende Tafel. A. Ludin.

	Ausgebaute Leistung kW oder kVA	Fernleitungen km	Gewässer-Verhältnisse Fallhöhe m
Tata Power Co., Bombay	109 500	123,97	492
Tata H. E. Power Co., Bombay	60 000	69,23	518
Andhra Valley, Bombay	60 000	90,16	522
Cauvery, Mysore	37 500	56,35 u. 107,87	127
Neue, noch nicht in vollem Betrieb befindliche Anlagen:			
Pykara, Madras	23 430	508,76	900
Uhl River, Mandl (Punjab)	48 000	278,53	540

512. 9 : 534

Behandlung von Schwingungsaufgaben mit komplexen Amplituden und mit Vektoren. Von Prof. Dr. H. G. Möller. 2. Aufl. Mit 89 Abb., 1 Tafel, XII u. 147 S. im Format 150 × 230 mm. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 6,80 RM, geb. 8 RM.

Die 2. Auflage des bekannten Buches von Möller ist teils umgearbeitet, teils erweitert, insbesondere in dem Kapitel über Schwingungen, in das die Behandlung der Schwingungen eines ballistischen Galvanometers aufgenommen worden ist, und in dem Kapitel über Resonanzkreise, das bei Besprechung der Kreisdiagramme durch mathematische Vorbereitungen zur Ableitung des Heylanddiagrammes ergänzt worden ist. Erweiternde Umarbeitungen haben ferner die Theorien des Resonanztransformators und des asynchronen Drehstrommotors und die Ableitung der Eulerschen Formel erfahren. Neu hinzugekommen sind Abschnitte über experimentelle Bestimmung der Streuinduktivitäten eines Transformators, über Wirbelströme, Audionwellenmesser, das Lecher-System und Bandfilter. Das Buch will kein Lehrbuch, sondern eine Aufgabensammlung sein, und will dem Leser nichts „vordenken", sondern ihn zum Denken anregen. Dieses Ziel, das auch der Abfassung der 1. Auflage zugrunde lag, wird durch knapp gefaßte Angaben der Aufgabenlösungen und vielfache Hinweise auf Sonderfragen, die selbständiger Behandlung wert sind, erreicht, und zwar mit verhältnismäßig einfachen mathematischen Hilfsmitteln, die, der Wesensart des Buches entsprechend, nur kurz gestreift und nicht etwa in einem systematischen Teil abstrakt behandelt sind. Die einzelnen Abschnitte des Buches sind für sich verständlich und bieten den Vertretern der verschiedensten Sonderrichtungen der Technik eine Fülle von Anregungen: dem Maschineningenieur, dem Radioingenieur, dem Starkstromtechniker, dem Akustiker. Jeder, der das Buch zur Hand nimmt, um sich eine Fertigkeit in der komplexen Methode zu erwerben, muß sich seinen Inhalt natürlich erarbeiten.

Für die nächste Auflage wäre vielleicht die Ergänzung des Gebotenen durch ein alphabetisches Sachregister zweckmäßig. Auch wäre es erwünscht, wenn in dieser aus der 1. Auflage noch stehengebliebene Druckfehler verschwänden. Druck und Ausstattung des Buches sind sehr gut. Den raschen Absatz, den die 1. Auflage gefunden hat, verdient die 2. in erhöhtem Maße, insbesondere da dankenswerterweise der Preis des Buches trotz des erweiterten Umfanges der gleiche geblieben ist. G. Hauffe.

621

Toleranzen und Lehren. Von Dipl.-Ing. P. Leinweber. Mit 134 Abb., VI u. 115 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 6,60 RM.

Eine Werkstattzeichnung muß, abgesehen von den übrigen Forderungen, bezüglich der Herstellungsmöglichkeit des Teiles, der richtigen Materialauswahl, geforderten Oberflächenbeschaffenheit, vor allem auch eine ordnungsgemäße Toleranzeintragung aufweisen. Aber gerade auf diesem Gebiet wird von den Konstrukteuren häufig eine Art der Maßeintragung gewählt, die sowohl den Herstellungsverfahren als auch dem geforderten Zusammenarbeiten mit zugehörigen Teilen und der wirtschaftlichen Fertigung nicht gerecht wird. Das vorliegende Buch gibt dem Konstrukteur die Möglichkeit, sich über die vorher geschilderten Punkte zu unterrichten, um Fehler in der Maßeintragung zu vermeiden. Der Inhalt ist in drei Teile gegliedert.

Der erste Teil behandelt Gerätzeichnungen und gibt Aufschluß über Maßeinheiten, Grundbegriffe im Toleranz- und Passungswesen, Maßeintragung und Toleranzuntersuchungen. Letztere sind besonders ausführlich behandelt und zeigen die Auswirkung der Addition von Toleranzmaßen auf die größten bzw. kleinsten Spiele der zusammenwirkenden Teile. Eine richtige Auswahl der Toleranzen ist aber nur möglich, wenn man sich gleichzeitig darüber im klaren ist, wie die gestatteten Maßabweichungen in der Werkstatt ermittelt werden können. Dies setzt voraus, daß man die Meßvorgänge kennt und, sofern die

Digitized by Google

gewöhnlichen Meßwerkzeuge nicht ausreichen, besondere Lehrwerkzeuge oder Lehrvorrichtungen geschaffen werden müssen.

Der zweite Teil ist deshalb den Lehren und dem Messen im allgemeinen gewidmet. Hier werden alle Meßarten und Ausführung der Lehren geschildert sowie allgemeine Richtlinien für den Entwurf von Lehren gegeben.

Der letzte Teil heißt: Ausgewählte Abschnitte aus dem Lehrenbau und behandelt Lehrenarten, Meßgefühl, Parallaxe, Hebelübertragungen und Tolerierung der Lochmittenabstände.

Eine reiche Anzahl gut durchgearbeiteter Skizzen und Bilder veranschaulicht die klaren Ausführungen, und man kann nur wünschen, daß das Buch in jedem Konstruktionsbüro zu finden ist und auch von Studierenden viel gelesen wird.

A. Krüger.

620. 1 (024)

Hilfsbuch für die praktische Werkstoffabnahme in der Metallindustrie. Von Dr. phil. E. Damerow u. Dipl.-Ing. A. Herr. Mit 38 Abb. u. 42 Zahlentafeln, IV u. 80 S. im Format 165 × 250 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis kart. 9,60 RM.

Das vorliegende Buch, das auf Grund der Erfahrungen in den Borsig-Werken in Berlin-Tegel entstanden ist, bringt die praktischen Unterlagen, die zur Durchführung und vor allen Dingen zur Berechnung der Ergebnisse der mechanischen Prüfungen notwendig sind. Es handelt sich um Berechnungen, die bei der praktischen Prüfung immer wieder vorkommen und für die die Prüfungsanstalten der Technik sich schon Zahlentafeln anzulegen pflegen. Es ist zweifellos sehr dankenswert, wenn hier in systematisch durchgearbeiteter und abgerundeter Form derartige Berechnungsgrundlagen gegeben werden. Die Darstellung ist kurz und durchaus auf das praktische Ziel des Buches gerichtet. Nach einem kurzen einleitenden Text enthält das Werk umfangreiche Zahlentafeln für die Durchführung der einzelnen Prüfungen.

Die Verfasser haben mit sicherer Hand die wichtigsten Prüfverfahren, die in einem Festigkeitslaboratorium stets Verwendung finden, ausgewählt. So werden der Zugversuch, besonders ausführlich die Härtemessungen nach verschiedenen Verfahren, der Faltversuch und die Biegeprüfung behandelt. Ein besonderer Abschnitt ist der Prüfung der Schweißnähte gewidmet, die heute sicherlich eine erhöhte Bedeutung haben.

Das Buch von Damerow und Herr wird ein nützliches Hilfswerkzeug in jedem mechanischen Prüflaboratorium sein. Es ist nicht zu bezweifeln, daß es eine weite Verbreitung finden wird, zumal der Preis, besonders in Anbetracht der umfangreichen Tafeln, als für das Gebotene niedrig zu bezeichnen ist.

G. Masing VDE.

539. 152

Kernphysik. Vorträge, gehalten am Physikalischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich im Sommer 1936. Von P. Auger, G. Bernardini, W. Bothe, J. Clay, J. D. Cockcroft, J. R. Dunning, R. Fleischmann, S. Franchetti, H. Geiger, H. v. Halban jr., L. Meitner, M. L. E. Oliphant, P. Preiswerk u. E. J. Williams. Herausg. v. Dr. E. Bretscher. Mit 68 Abb., IV u. 141 S. im Format 160 × 240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geb. 12 RM.

An der Technischen Hochschule in Zürich wird alle 2 bis 3 Jahre eine Vortragswoche durchgeführt, in der Referate über aktuelle Themen der Physik gehalten werden. Im Jahre 1936 wurden Kernphysik, Comptoneffekt und kosmische Strahlung behandelt. Es ist sehr zu begrüßen, daß der Inhalt dieser Vorträge in Form von Selbstberichten der Allgemeinheit zugänglich gemacht worden ist. Die meisten Vorträge schließen als zusammenfassende Referate den Inhalt vieler Veröffentlichungen in sich. Sie berichten über die neuesten Fortschritte, setzen also beim Leser eine ausreichende Kenntnis der grundlegenden Tatsachen und Theorien voraus. Das Buch gibt also keine Einführung in die Kernphysik und auch keinen zusammenhängenden Überblick über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse auf diesem Gebiet, sondern greift einzelne Gebiete heraus, die augenblicklich für die Forschung im Vordergrund stehen. Eine vom Herausgeber geschriebene Einleitung stellt eine gewisse Verbindung zwischen den einzelnen Vorträgen her.

W. Bauer.

539 + 52

Die Architektur des Universums. Von W. F. G. Swann. Übersetzt von Dr. K. Soll. Mit 347 S. im Format 160 × 230 mm. Keil Verlag, Berlin 1936. Preis geh. 8 RM, geb. 10 RM.

Dies Buch ist für gebildete Laien geschrieben, die ohne eingehende Kenntnisse in Physik und Mathematik doch Einblick in die Grundgedanken des naturwissenschaftlichen Weltbildes gewinnen wollen, das die Wissenschaft in den letzten Jahrzehnten aufgebaut hat. Es vermeidet daher fast vollständig die Benutzung mathematischer Formeln, ohne darauf verzichten zu wollen, die von Formeln losgelösten mathematischen Ideen dem Leser nahezubringen. Dies geschieht auf einem Wege, den wir gerade angelsächsische volkstümliche Schriftsteller oft mit großem Geschick einschlagen sehen. Mathematische Operationen sind ja in den verschiedensten Gebieten anwendbar; sie lassen sich daher ihrem Wesen nach verständlich machen, wenn man an naheliegenden und jedem vertrauten Beispielen ihre Auswirkung zeigt. Solche Beispiele und Bilder benutzt der Verfasser in reichem Maße, und es erfüllt den wissenden Leser mit Bewunderung, wie meisterhaft es ihm gelingt, selbst zu den abstraktesten Gebieten der modernen Physik Parallelen aus dem täglichen Leben aufzufinden. Der Laie allerdings, der die mathematischen Zusammenhänge nicht kennt, hat doch keine geringe Gedankenarbeit aufzubringen, wenn er etwa das Wesen der Matrixtheorie durch den Vergleich mit einem Anagramm oder das Gesetz der gleichmäßigen Energieverteilung durch einen Vergleich mit Hotelzimmern und Gästen verstehen soll. Der Umfang des behandelten Stoffes ist sehr weit gespannt; er läßt sich nur durch die Kapitelüberschriften angeben: mittelalterliche und moderne naturwissenschaftliche Dogmen, Heraufkommen und Entwickelung der modernen Zeit, Natur der Materie und Entwicklung der Atomtheorie, moderne Atomtheorien, allgemeine Grundsätze in der Physik, Schicksal des Universums, Dimensionen, spezielle Relativitätstheorie, allgemeine Relativitätstheorie, Raum und Zeit, Lebensprozesse, Wissenschaft und Theologie. Zu jedem dieser Gebiete hat der Verfasser Eigenes zu sagen oder Bekanntes in neuer Form zu bringen. So bietet das Buch eine Fülle von interessanten und lesenswerten Beiträgen; als erste Einführung für den Laien erscheint es mir weniger geeignet.

W. Bauer.

347. 77

Der Lizenzvertrag, erläutert an Beispielen aus der Rechtspraxis. Von Patentanwalt Dr. H. Hederich. Neu bearb. unter Berücks. des Patentgesetzes vom 5. Mai 1936. 14., veränd. Aufl. Mit 70 S. im Format 145 × 225 mm. Chemisch-technischer Verlag Dr. Bodenbender, Berlin 1937. Preis kart. 1,80 RM.

Die hohe Auflagenzahl des Buchs ist ein Beweis dafür, daß es den Bedürfnissen der Praxis entspricht. Es kann keinen Anspruch auf vollständige, wissenschaftliche Durchdringung des Stoffs erheben, wie z. B. das auf demselben Gebiete liegende, in der ETZ 55 (1934) S. 311 besprochene Werk von Rasch. Es bringt aber alles, was bei dem Abschluß von Lizenzverträgen zu bedenken ist, in gemeinverständlicher Darstellung und an der Hand von Beispielen der Rechtspraxis. Die neue Auflage ist nach dem Tode des Verfassers vom Verlage dem Stande der heutigen Rechtsauffassung und den einschlägigen neuen Bestimmungen des Patentgesetzes vom 5. Mai 1936 angepaßt. Von besonderem Wert für den Praktiker ist die an den Schluß gestellte „lückenlose" Anleitung zur Abfassung von Lizenzverträgen, wo in 88 Fragen alles berührt wird, was für den Lizenzvertrag zu beachten ist.

K. Kahle VDE.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Gesellschaft für Technische Physik, Berlin. 17. 8. (Di), 19^{30}, T. H.: „Lautstärke, Verdeckung und ihre Beziehungen zum Hörvorgang". Dir. Dr. Harvey-Fletcher, New York. Der Vortrag wird in englischer Sprache gehalten.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Direktor C. Krecke, Berlin NW 7, Schiffbauerdamm 22.
Direktor Dr.-Ing. B. Jansen, Regensburg, Prüfeningerstr. 20.
Prof. Dipl.-Ing. A. Matthias, Neubabelsberg b. Berlin, Landgut Eule.

Abschluß des Heftes: 6. August 1937.

Für den Textteil verantwortlich: Harald Müller VDE in Berlin, in Vertr.: Hans Winkler VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 19. August 1937** **Heft 33**

Geleitwort

des Reichsministers der Luftfahrt und Oberbefehlshabers der Luftwaffe Generaloberst Göring.

In der deutschen Luftfahrt steht nach wie vor an erster Stelle: Vor allem Sicherheit! Die gesamte Entwicklung des Flugwesens ist von der Erfüllung dieser Forderung in entscheidendem Maße abhängig. Ich begrüße daher das Erscheinen dieses der Reichsflugsicherung zu ihrem 10jährigen Bestehen gewidmeten Heftes, das überzeugend den hohen deutschen Leistungsstand auf diesem wichtigen Gebiet bekundet.

Digitized by Google

Flugsicherung und Luftverkehr.

Von F. W. Petzel, Reichsluftfahrtministerium, Berlin.

656. 7. 05

Die Sicherheit im Luftverkehr ist eine Frage, die stets von neuem die Öffentlichkeit bewegt und zu umfangreichen Erörterungen über die Verbesserung und Vervollkommnung der Sicherheitsvorkehrungen Anlaß gibt. Unter den zahlreichen Mitteln, die zur Minderung der Gefahrenmomente angewendet werden, befindet sich eine Gruppe, die man wegen bestimmter Eigentümlichkeiten mit „Flugsicherung" zu bezeichnen pflegt. Es sind dies im wesentlichen Einrichtungen der Bodenorganisation, die dem Luftverkehr erst eine sichere und regelmäßige Betriebsdurchführung ermöglichen.

Die Flugsicherung läßt sich nach der Art der angewendeten Mittel zweckmäßig untergliedern in:

1. technische Flugsicherung, die sich mit dem Einsatz von technischen Einrichtungen und Verfahren, z.B. des Flugfernmelde- und Peildienstes, des Befeuerungsdienstes sowie der sonstigen technischen Einrichtungen auf Flughäfen und Flugstrecken befaßt,
2. meteorologische Flugsicherung, deren Aufgabe in der Beratung der Flugzeugführer vor Beginn und während des Fluges über die Wetterlage besteht.

Beide Gebiete der Flugsicherung ergänzen sich naturgemäß gegenseitig und sind in ihrer Betriebsdurchführung eng aufeinander angewiesen. Mit der Erhöhung der Anforderungen an die Leistungen des Luftverkehrs gewinnen jedoch die flugsicherungstechnischen Verfahren mehr und mehr an Bedeutung. Sie gestatten es den Luftfahrzeugen, die Gefahrenmomente der Wettereinflüsse, der Unsichtigkeit und der Dunkelheit zu überwinden, und ermöglichen so erst einen Luftverkehr mit einem hohen Grad an Sicherheit, Regelmäßigkeit und Pünktlichkeit.

Es liegt auf der Hand, daß die heute erzielten hohen Leistungen des Luftverkehrs — die Regelmäßigkeit beträgt auf zahlreichen Strecken nahezu 100 % — nicht allein auf die Flugsicherung zurückgeführt werden kann. Vielmehr ist mit der Entwicklung der Flugsicherungseinrichtungen und -verfahren auch die technische Entwicklung der Luftfahrzeuge und Triebwerke, der Bordinstrumente sowie die vollkommenere Schulung des Bordpersonals Hand in Hand gegangen. Alle diese Vorkehrungen haben zusammen mit denen der Flugsicherung erst zu dem heutigen Ergebnis geführt. Flugsicherung ist zumeist eine Arbeit „hinter den Kulissen" des Luftverkehrs, ihr Wert wird erst dort erkennbar, wo sie nicht oder nur unvollkommen vorhanden ist.

Die Flugsicherung ist nach dem Gesetz über die Reichsluftfahrtverwaltung vom 15. 12. 1933[1]) eine Hoheitsaufgabe des Reichs, deren Betreuung dem Reichsminister der Luftfahrt obliegt. Die erste Behörde für das Flugsicherungswesen im Reiche war die am 23. 7. 1927[2]) gegründete Zentralstelle für Flugsicherung, die dem Reichsverkehrsministerium unterstand. Sie wurde nach der Machtübernahme am 28. 2. 1933 in ein Reichsamt für Flugsicherung umgewandelt, dem alle Aufgaben der technischen und meteorologischen Flugsicherung, soweit sie vom Reich wahrgenommen wurden, übertragen waren. Nach Einrichtung der Reichsluftfahrtverwaltung wurde die Leitung der Flugsicherung in das Reichsluftfahrtministerium übernommen, und zwar:

a) als Reichsflugsicherung für alle Gebiete der technischen Flugsicherung,
b) als Teil des Reichswetterdienstes für das Gebiet der meteorologischen Flugsicherung.

Im Zuge dieser Entwicklung wurde das Reichsamt für Flugsicherung in ein Reichsamt für Wetterdienst mit vorzugsweise wissenschaftlichen Aufgaben umgewandelt.

Die nachgeordneten Dienststellen der Reichsluftfahrtverwaltung bilden 14 Luftämter, in Königsberg, Stettin, Berlin, Breslau, Dresden, Weimar, Münster, Köln, Frankfurt/Main, München, Nürnberg, Stuttgart, Braunschweig und Hamburg, die über je eine Abteilung „Reichsflugsicherung" und „Reichswetterdienst" verfügen. Die Luftämter haben sich mit den Aufgaben der regionalen Überwachung, der technischen Ausgestaltung und der Betriebsleitung zu befassen. Die Betriebsdurchführung liegt in Händen der den Luftämtern nachgeordneten Flughafenleitungen und sonstigen Außenstellen. Flugsicherungseinrichtungen an Bord von Luftfahrzeugen, insbesondere Funkanlagen, die für die Verbindung mit der Bodenorganisation erforderlich sind, werden im allgemeinen durch die Halter der Luftfahrzeuge errichtet und betrieben. Sie bedürfen hierzu einer Verleihung durch das Reich.

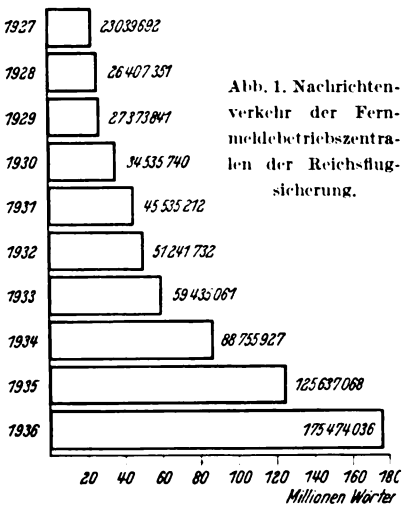


Abb. 1. Nachrichtenverkehr der Fernmeldebetriebszentralen der Reichsflugsicherung.

Die Gesamtheit der technischen Einrichtungen, die die Reichsflugsicherung dem Luftverkehr zur Verfügung stellt, geht aus Abb. 3 (S. 896/97) hervor. Es sind dies zumeist Einrichtungen des Flugfernmelde- und Peildienstes sowie des Befeuerungsdienstes. Auf ihre Bedeutung für die Flugsicherung wird nachstehend kurz eingegangen. Die fachlichen Grundlagen enthalten die Sonderabhandlungen dieses Heftes.

Das Rückgrat für den Nachrichtendienst zwischen den Flughäfen zur Beförderung von Start-, Lande-, Betriebs- und Wettermeldungen bildet ein Fernschreibnetz, dessen Gesamtlänge rd. 10 500 km beträgt. Angeschlossen sind alle wichtigeren Flughäfen und sonstigen Dienststellen der Luftfahrt mit zusammen 54 Fernschreibstellen. Die Vermittlungseinrichtungen befinden sich auf den Flughäfen in den sogenannten Fernmeldebetriebszentralen[3]). Auf einzelnen Flughäfen sind den Betriebszentralen die Empfangsstellen (18) für den Wetterfunkdienst eingegliedert, der die Wetterwarten auf den Flughäfen[4]) mit den Wettermeldungen des In- und Auslandes versorgt und zugleich die Ausstrahlung der Wettermeldungen über be-

[1]) Vgl. Reichsgesetzbl. I, S. 1077.
[2]) Die Reichsflugsicherung blickt mithin in diesem Jahre auf ein 10jähriges Bestehen zurück.
[3]) F. Hentschel, Fernmeldebetriebszentralen der Reichsflugsicherung, S. 898 dieses Heftes.
[4]) K. Bringmann, Flugwetterdienst, S. 917 dieses Heftes.

Digitized by Google

stimmte Sendestellen (9) aus zugehörigen Wetterbezirken übernimmt. Der Nachrichtenverkehr der Fernmeldebetriebszentralen hat, wie aus Abb. 1 hervorgeht, in den letzten Jahren stark zugenommen.

Besonders wichtig für die Flugsicherung sind die Einrichtungen des Bodenfunk- und Peildienstes, der die Verbindung zwischen den Betriebsstellen am Boden und den Luftfahrzeugen auf dem Fluge herzustellen hat. Der Betrieb liegt in Händen der sogenannten Bodenfunk- und Peilstellen, die sich zumeist auf oder in der Nähe der Rollfeldgrenze der Flughäfen befinden und teils Peilleitstellen, teils Peilnebenstellen sind[5]). Deutschland verfügt über 28 Bodenfunk- und Peilstellen. Als Peilleitstellen (12) haben sie den Nachrichten- und Peilverkehr mit allen in einem zugehörigen Flugsicherungsbezirk auf dem Streckenfluge befindlichen Luftfahrzeugen zu übernehmen und sind zugleich für den

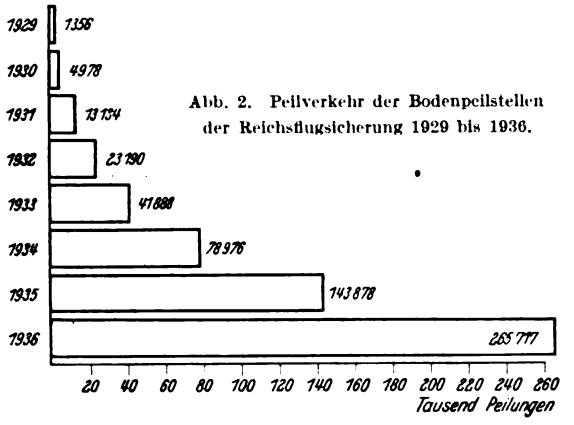


Abb. 2. Peilverkehr der Bodenpeilstellen der Reichsflugsicherung 1929 bis 1936.

Schlechtwetter-Landebetrieb in dem Nahverkehrsbezirk des betreffenden Flughafens zuständig. Den Peilnebenstellen (16) liegt vorzugsweise die zweite Aufgabe ob; sie werden außerdem zu Hilfspeilungen bei Standortbestimmungen durch die Peilleitstellen herangezogen. Eine der wichtigsten Aufgaben der Bodenfunk- und Peilstellen besteht ferner in der Überwachung der Bewegungsvorgänge für Luftfahrzeuge zur Vermeidung von Zusammenstößen in der Luft. Die Zunahme des Peilverkehrs in den letzten zehn Jahren zeigt Abb. 2. Hieraus lassen sich Rückschlüsse auf die Unentbehrlichkeit des Funkpeildienstes für den Luftverkehr ziehen.

Zur Entlastung des Fremdpeildienstes der Bodenfunk- und Peilstellen hat die Reichsflugsicherung acht Navigationsfunkfeuer[6]) eingerichtet, die zu bestimmten Minutenzeiten jeder Stunde eine bestimmte Kennung ausstrahlen und so den mit Funkpeil- oder Zielfluggerät ausgestatteten Luftfahrzeugen die eigene Standort- oder Kursbestimmung (Eigenpeilung) ermöglichen.

Die gesteigerten Forderungen an Schlechtwetterlandungen haben dazu geführt, besondere Schlechtwetter-Landeverfahren, die ausnahmslos auf funkelektrischem Gebiet liegen, zu entwickeln. Hierzu gehört das Durchstoß- und das ZZ-Verfahren, die beide durch die Bodenfunk- und Peilstellen durchgeführt werden. In Ergänzung dazu wurde vor einigen Jahren ein besonderes Landefunkfeuer für Ultrakurzwellenbetrieb entwickelt und auf den wichtigsten Flughäfen eingesetzt[7]).

Ein Sondergebiet des Bodenfunkdienstes ist die Sicherung der Luftfahrzeuge auf Überseeflugstrecken. Hierfür hat die Reichsflugsicherung eine besondere Überseefunkstelle in Hamburg/Quickborn eingerichtet, die den Verkehr mit den Luftschiffen der Deutschen Zeppelin-Reederei, ferner den Flugsicherungsschiffen und den Flugbooten der Deutschen Lufthansa AG. im Nord- und Südatlantik übernimmt[8]).

Sämtliche Funksendeanlagen für die vorerwähnten Dienste sind in Sendestellen und Senderzentralen untergebracht, die abseits von den Flughäfen errichtet werden, um die Entstehung von Luftfahrthindernissen an der Flugstrecke zu vermeiden[6]). Die Senderzentralen, die bis zu 8 Lang- und Kurzwellensender enthalten, sind durch Fernbedienungsleitungen an den zugehörigen Flughafen angeschlossen. Die Reichsflugsicherung verfügt z. Z. über 5 Senderzentralen und 23 Sendestellen mit insgesamt 78 Sendern.

Für die Durchführung der Flugsicherung im Verkehr mit Luftfahrzeugen ist deren Ausrüstung mit Bordfunkgeräten besonderer Art erforderlich[9]). Angewendet werden im europäischen Luftverkehr Bordfunkgeräte für Mittelwellenbetrieb (Wellenbereich 320 bis 360 kHz), und zwar durchweg Sende- und Empfangsgeräte. Außerdem werden für Zwecke der Eigenpeilung Zielfluggeräte an Bord verwendet. Zur Erleichterung von Schlechtwetterlandungen ist an Bord Landeempfangsgerät für Ultrakurzwellenbetrieb eingeführt, das mit den Landefunkfeuern der Reichsflugsicherung zusammenarbeitet. Für überseeische Strecken wird in Ergänzung zu dem Mittelwellengerät ein Kurzwellen-Bordfunkgerät verwendet, mit dem u. a. die Verbindung zur Überseefunkstelle in Hamburg/Quickborn hergestellt wird. Eine ähnliche, z. T. noch etwas vervollständigte Ausrüstung besitzen die Luftschiffe der Deutschen Zeppelin-Reederei[10]).

Besondere Anforderungen an die Flugsicherung stellt der Nachtflugbetrieb. Für diesen wurden befeuerte Nachtflugstrecken und Flughäfen zur Verfügung gestellt[11]). Am 1. 7. 1937 waren insgesamt 4200 km befeuerte Nachtflugstrecken und 33 befeuerte Flughäfen und Hilfslandeplätze vorhanden.

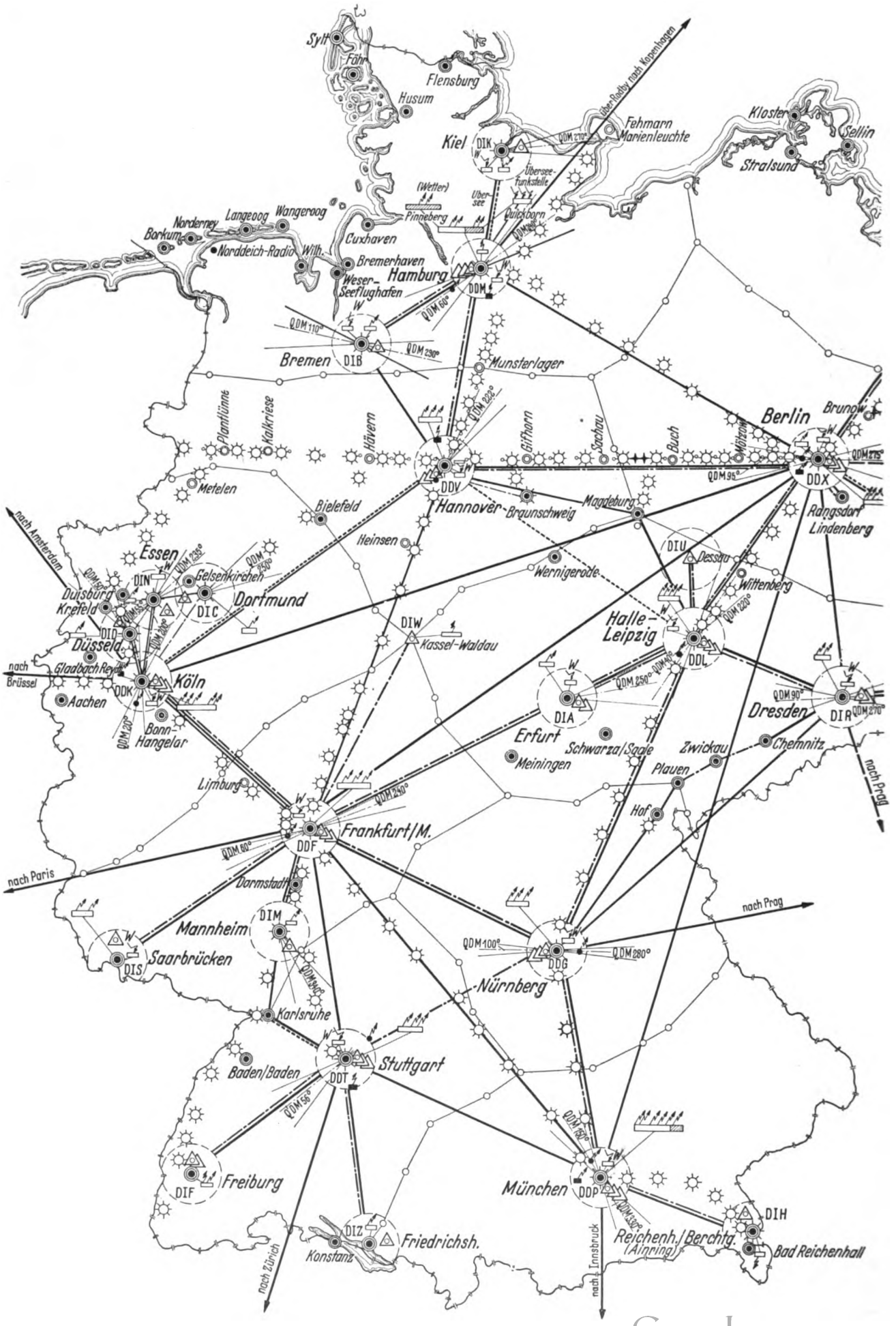
Auf die Ausgestaltung der Flughäfen selbst hat die Flugsicherung weitgehende Rückwirkungen. Der Bebauungsplan eines neuzeitlichen Verkehrsflughafens ist so anzulegen, daß Schlechtwetter- und Blindlandungen stattfinden können. Dazu werden besonders hindernisfreie Anflugsektoren für jeden Flughafen festgelegt, um die sich die Gebäude, Hallen usw. nach bestimmten Gesichtspunkten gruppieren.

Die technischen Betriebsmittel und Betriebsverfahren der Flugsicherung erfordern eine weitgehende zwischenstaatliche Vereinheitlichung, da der Flugzeugführer den berechtigten Wunsch hat, im In- und Ausland möglichst die gleichen Sicherungseinrichtungen vorzufinden. Dieser Aufgabe unterziehen sich die regelmäßig wiederkehrenden internationalen Luftfahrtkonferenzen. Wir finden daher auf fast allen Gebieten der Flugsicherung gleichartige Anlagen in den meisten Ländern Europas, gleich, ob es sich um Fernschreib-, Wetterfunk-, Landefunkfeuer-, Beleuchtungs- oder sonstige Einrichtungen handelt. Man kann daher mit Recht von einem europäischen Flugsicherungsnetz sprechen. Besonders hervorzuheben ist dabei die „Betriebsordnung für den internationalen Flugfernmeldedienst", die den Luftfahrzeugen auch bei schwierigen Verhältnissen eine sichere Durchführung von Streckenflug und Landung im Ausland ermöglichen.

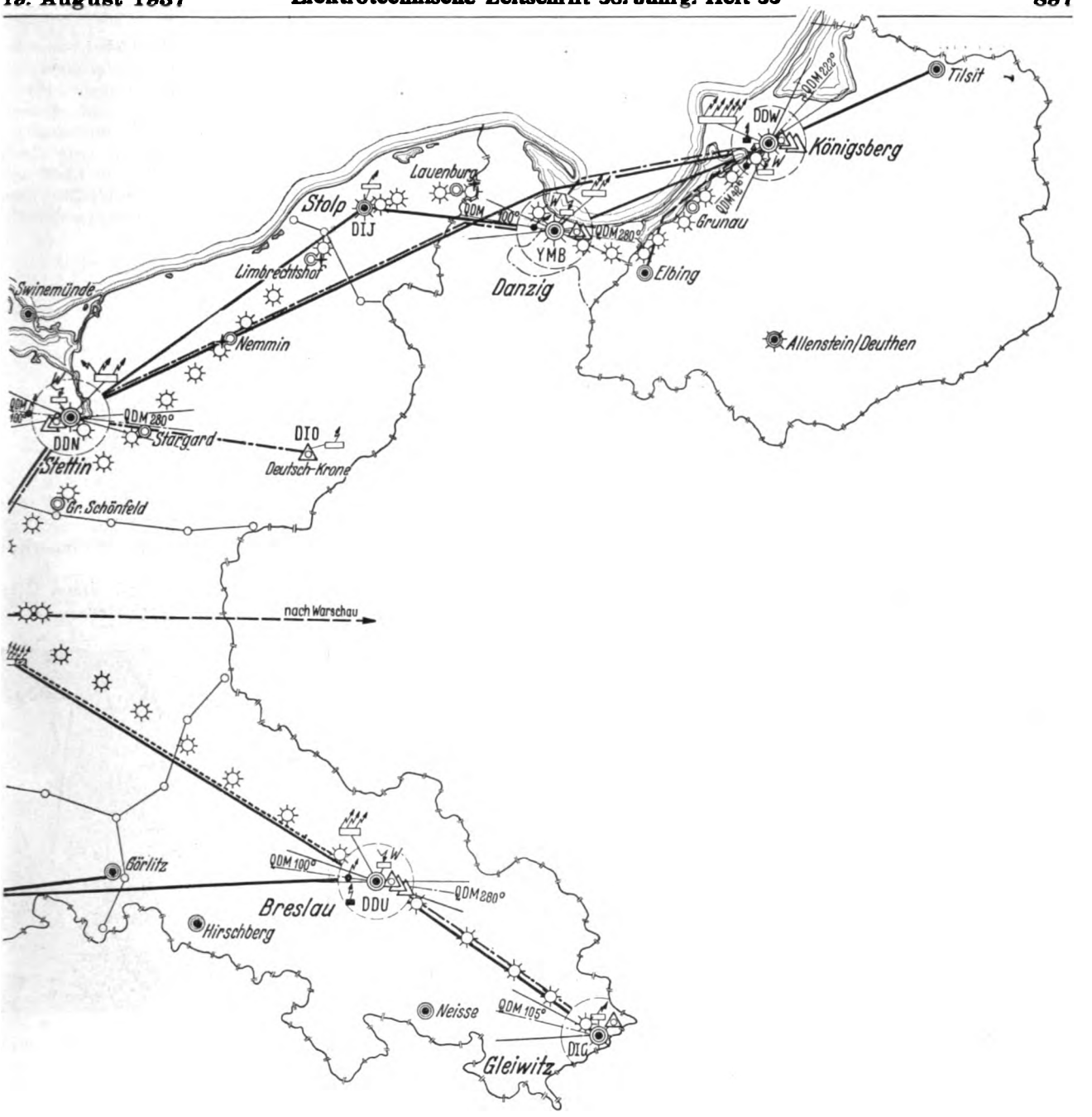
Die Flugsicherungstechnik ist ein neuartiges Gebiet unserer heutigen Technik. Es ist nicht zuviel gesagt, wenn man behauptet, daß sie noch in den Kinderschuhen steckt. Zahlreiche Ingenieure sind daher am Werke, neue Einrichtungen und Verfahren zu ersinnen, um den unauf-

[5]) W. Robra, Bodenpeilstellen der Reichsflugsicherung, S. 901 dieses Heftes.
[6]) L. Benkert, Senderzentralen der Reichsflugsicherung, S. 909 dieses Heftes.
[7]) H. J. Zetzmann, Landefunkfeuer der Reichsflugsicherung, S. 904 dieses Heftes.
[8]) H. Friedrich, Die Überseefunkstelle der Reichsflugsicherung in Hamburg/Quickborn, S. 907 dieses Heftes.
[9]) R. Brüger, Bordfunkgeräte auf Verkehrsflugzeugen, S. 915 dieses Heftes.
[10]) E. Hilligardt, ETZ 57 (1936), S. 354.
[11]) F. Nickel, Befeuerungsanlagen für Flughäfen und Flugstrecken, S. 913 dieses Heftes.

Digitized by Google



Digitized by Google



Zeichenerklärung:

- Verkehrsflughafen mit Nachtbefeuerung
- Verkehrsflughafen ohne Nachtbefeuerung
- Hilfslandeplatz an Nachtflugstrecken (Streckenlandeplatz)
- Flugstreckenfeuer + Zwischenfeuer
- Flugstreckenfeuer mit Zusatzfeuer
- Bodenfunk und Peilstelle mit 1 Arbeitsplatz
- Peilleitstelle 322 kHz Wachwelle für Nahverkehr 333/327 kHz Wachwellen für Bezirksverkehr
- Landefunkfeuer
- Navigationsfunkfeuer
- Fernschreibverbindung
- Fernschreibverbindung (geplant)
- Fernsprechverbindung
- Fernsprechverbindung (geplant)

- QDM 90° / QDM 270° hindernisfreie Anflugsektoren mit Anfluggrundlinie für Landeeinrichtungen gleichzeitig Leitstrahl
- Sicherheitsbezirk
- Sendestelle und Art der Sender — Kurzwelle — Mittelwelle
- W Flugwetterwarte mit Funkempfangsstelle
- Grenzen der Flugsicherungsbezirke
- Reichsgrenze

Abb. 3. Technische Einrichtungen der Reichsflugsicherung. Stand vom 1. 3. 1937.

Digitized by Google

hörlich wachsenden Forderungen des Luftverkehrs gerecht zu werden. Diese ergeben sich insbesondere durch die Steigerung der Fluggeschwindigkeit und das Fliegen in sehr großen Höhen; sie beginnen schon heute nachhaltige Rückwirkungen auf die bestehenden Flugsicherungssysteme zu zeitigen. Vor allem sind es die Mittel der Funknavigation für Streckenflug und Landung, die in einer grundlegenden Neugestaltung stehen. Das Ziel wird eine jederzeitige, sehr schnelle Standortbestimmung und eine einwandfreie Blindlandung sein müssen. Hinzukommt, daß neue Gebiete der Luftfahrt, wie der Sportluftfahrt, gebieterisch ihre Forderungen anmelden und in absehbarer Zeit in der Flugsicherungsorganisation berücksichtigt werden müssen. Alle Fragen der Flugsicherungstechnik sind anderseits nur auf der Ebene zwischenstaatlicher Zusammenarbeit zu lösen, wenn ein durchgreifender Erfolg erzielt werden soll. Deutschland erwächst infolge seiner geographischen Lage im Herzen Europas die Aufgabe, tatkräftig an der Gestaltung der kommenden Zeit mitzuwirken.

Fernmeldebetriebszentralen der Reichsflugsicherung.

Von F. Hentschel, Luftamt München.

621. 39 : 656. 7. 05

In den Dienst der Fernmeldebetriebszentralen sind die neuesten technischen Einrichtungen des drahtgebundenen und drahtlosen Nachrichtenwesens sowie der Schnellfördertechnik gestellt. Folgende Aufgaben werden wahrgenommen:

1. Schnellnachrichtendienst von Flughafen zu Flughafen mittels Fernschreibeinrichtungen und Streckenfunk,
2. Wetterfunkdienst mittels Funksende- und Empfangsanlagen,
3. zentraler Fernsprechdienst für den Verkehr auf dem Flughafen.

Das Herz der neuzeitlichen Fernmeldebetriebszentrale ist die Fernschreibzentrale. Auf großen Verkehrsflughäfen laufen bis zu 15 Fernschreibleitungen in der Fernschreibzentrale zusammen. Sie enden in einem Handvermittlungsschrank ähnlich dem aus der Fernsprechtechnik her bekannten. Dieser steht in einem besonderen, von den Hauptbetriebsräumen durch Glaswände abgetrennten Vermittlungspultraum (Abb. 1 links). Zu der Fernschreibvermittlung gehört ein Abfragefernschreiber, mit dessen Hilfe ein Beamter die Vermittlungstätigkeit ausübt.

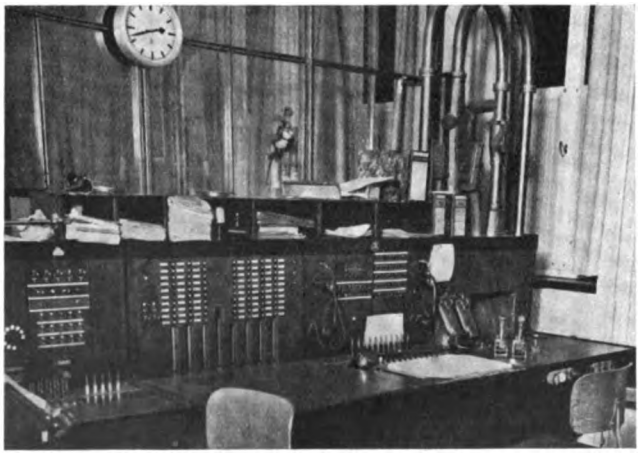


Abb. 1. Vermittlungspult einer Fernmeldebetriebszentrale, links Fernschreibvermittlung, Mitte Förderbandpult und Fernsprechsondervermittlung, rechts Rohrpost.

Vermittelt wird:

1. von einem angeschlossenen fernen Flughafen zum anderen. Hierbei ist es technisch möglich, beliebig viele Durchschaltungen hintereinander vorzunehmen. Im Betriebe beschränkt man sich auf zwei Durchschaltungen. Eine Fernschreibverbindung z. B. vom Flughafen Königsberg nach Paris ist über die Vermittlungen Berlin und Frankfurt a. M. innerhalb weniger Minuten herzustellen;
2. zwischen einem fernen Flughafen und einem Ortsfernschreiber auf dem eigenen Flughafen.

Abb. 2. Hauptbetriebsraum einer Fernmeldebetriebszentrale mit Ortsfernschreibern.

Die Ortsfernschreiber sind in einem Hauptbetriebsraum, der an den Schaltpultraum der Fernmeldebetriebszentrale angrenzt, in einer Anzahl aufgestellt, die etwa der Zahl der an die Vermittlung angeschlossenen fernen Flughäfen entspricht (Abb. 2). Hier werden alle Telegramme, die den eigenen Flughafenbetrieb angehen, in die Fernschreibmaschine geschrieben oder aus dieser entgegengenommen. In starken Betriebsstunden müssen auch Telegramme, die die eigene Betriebsstelle nur im Durchgang berühren, angenommen und umgeschrieben werden, nämlich dann, wenn die Vermittlung am Schrank von einem fernen Flughafen zum anderen wegen Besetztseins der gewünschten Leitung nicht sofort zustandegebracht werden kann.

Verwendet werden fast durchweg Fernschreibgeräte mit Streifendruck, bei denen der geschriebene Text auf einem gummierten Papierstreifen erscheint. Die Streifen werden auf Telegrammformulare, wie sie in Abb. 2 auf jedem Fernschreiber zu erkennen sind, aufgeklebt. Die Bedienungsbeamten sind in der Zehnfinger-Blindschrift ausgebildet. Im Mittel beträgt ihre Schreibgeschwindigkeit 200 Anschläge je Minute. Die Höchstgeschwindigkeit, die begrenzt ist durch die elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Fernschreibübertragung, be-

Digitized by Google

trägt 390 Zeichen je Minute. Diese Geschwindigkeit kann selbst von dem besten Schreibpersonal von Hand nicht erreicht werden. Es besteht jedoch das Bedürfnis, Nachrichten mit der höchstmöglichsten Geschwindigkeit zu übertragen, einmal um die Laufzeit der Meldungen zu verringern, zum zweiten um die Fernleitungen besser auszunutzen. Hierzu wird eine Reihe von Hilfsgeräten verwendet. Dies sind die Lochstreifenstanze, der Lochstreifensender (Abb. 3) und der Lochstreifenempfänger.

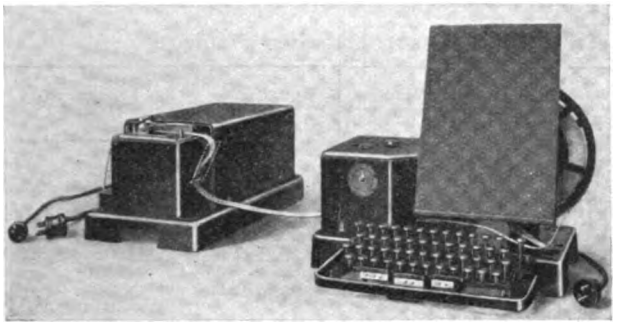


Abb. 3. Lochstreifenstanze und Lochstreifensender.

Soll ein Telegramm an einen fernen Flughafen abgesetzt werden, dessen Fernschreibleitung z. Z. anderweitig in Anspruch genommen ist, so schreibt der Beamte das Telegramm in die Lochstreifenstanze. Aus diesem Gerät erhält er einen Papierstreifen mit in Fünferkombinationen ausgestanzten Löchern. Jedem Buchstaben und Zeichen auf der Tastatur entspricht eine Kombination. Der so vorbereitete Lochstreifen wird in einen Lochstreifensender eingelegt. Sobald die gewünschte Fernschreibleitung frei ist, läßt der Beamte durch Bedienung eines Hebels, der seitlich von seinem Arbeitsplatze am Ortsfernschreiber angebracht ist (Abb. 2), parallel zu seiner Fernschreibmaschine den Lochstreifensender ablaufen. Der Lochstreifensender tastet den einzelnen Lochstreifen mechanisch ab und setzt ihn wieder in die elektrischen Werte der Buchstaben und Zeichen um. Der Beamte liest auf seinem Ortsfernschreiber den Text mit und überprüft ihn dabei nochmals. Der Lochstreifensender arbeitet mit der Höchstgeschwindigkeit von 390 Zeichen je Minute. Mit seiner Hilfe können Telegramme dann doppelt so schnell befördert werden, wie dies von Hand möglich ist. Er wird insbesondere auch dann benutzt, wenn Meldungen längeren Inhalts zu befördern sind. Besonders zweckmäßig ist seine Verwendung in Verbindung mit dem Empfangslocher. Dieser kann bei ankommenden Fernschreiben parallel zu dem aufnehmenden Fernschreiber eingeschaltet werden und stellt parallel zu dem Klartextstreifen einen gestanzten Lochstreifen her. Von dieser Anwendungsart wird weitgehend Gebrauch gemacht, wenn Fernschreiben im Durchgang zu befördern sind. Die Weiterbeförderung zu dem eigentlichen Empfänger erfolgt dann nach Freiwerden der vorher besetzten Leitung wiederum mittels des Lochstreifensenders.

Der Fernschreibbetrieb hat in Deutschland den früher üblichen Streckenfunkdienst zwischen den Flughäfen fast ganz verdrängt. In den Fernmeldebetriebszentralen München und Königsberg sind noch Betriebsräume für den Streckenfunkdienst nach Süd- bzw. Osteuropa vorhanden, werden aber auch dort aufgegeben, sobald das europäische Flugsicherungs-Fernschreibnetz entsprechend ergänzt worden ist. Außerdem bestehen noch Streckenfunkverbindungen nach Übersee von der Überseefunkstelle Hamburg/Quickborn aus[1]).

Als Auflieferer und Empfänger von Telegrammen sind auf dem Flughafen außer den Dienststellen der Reichsflugsicherung der Flughafenkommandant, die Reichsluftaufsicht, der Reichswetterdienst und die Flugleitungen der Deutschen Lufthansa AG. — zugleich für die übrigen Luftverkehrsgesellschaften — beteiligt. Diese Dienststellen sind stets in einem gemeinsamen Verwaltungsgebäude vereinigt. Zur Beförderung der Telegramme von und zu diesen Dienststellen bedient man sich einer Rohrpostanlage (Abb. 1 ganz rechts). Die von einer der genannten Betriebsstellen aufgelieferten Telegramme werden an dem Vermittlungspult (Abb. 1) angenommen, dort registriert und mittels einer Förderbandanlage (Abb. 1, zweites Pultfeld von links, und Abb. 2 Mitte) zu den einzelnen Ortsfernschreibern geleitet, von wo dann die Weiterbeförderung zu dem gewünschten Empfänger erfolgt. An den Ortsfernschreibern aufgenommene Telegramme werden ebenfalls mittels der Förderbandeinrichtung in den Vermittlungspultraum geleitet, dort registriert und mit der Rohrpost an die Empfänger auf dem Flughafen verteilt. Die gesamte Laufzeit eines Telegramms vom Aufgeber auf dem einen Flughafen zum Empfänger auf dem anderen Flughafen bewegt sich in den Grenzen von 2 bis 15 min.

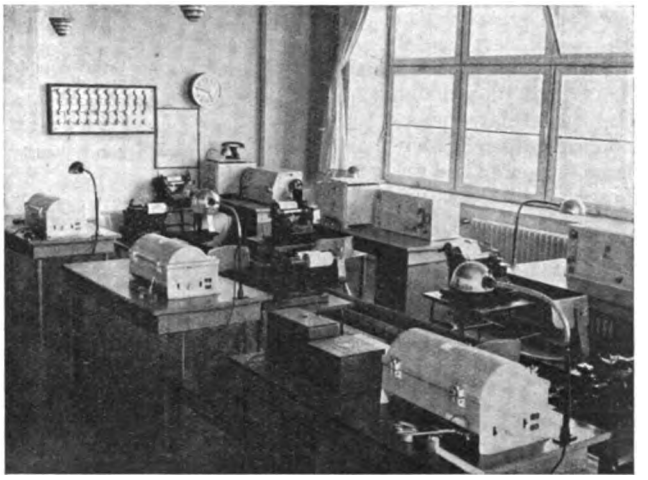


Abb. 4. Funkempfangsraum einer Fernmeldebetriebszentrale, Mitte Förderband, hinten Antennenverteilertafel.

Die Arten der Meldungen, welche auf dem Fernschreib- oder Streckenfunkwege gemäß der Fernmeldebetriebsordnung befördert werden, sind:

Sicherheitsmeldungen bei plötzlich eintretenden Betriebsstörungen auf einem Flughafen und bei plötzlichen Wetterveränderungen,
Start- und Landemeldungen,
Meldungen über das Inkraftsetzen der Schlechtwettervorschriften,
Meldungen über Einsatz von Personal und Material im Flugdienst und in Angelegenheiten der Flugzeugbewegung,
Wettermeldungen zur Durchführung des Beratungsdienstes,
Platzbelegungsmeldungen,
Dienstmeldungen.

Für die meisten dieser Meldearten werden Verschlüsselungen zur Abkürzung der Übermittlungszeit angewandt, die in zwischenstaatlichen Vereinbarungen festgelegt sind.

Der Wetterfunkdienst ist der zweite in den Fernmeldebetriebszentralen ausgeübte Betriebszweig. Neun Betriebszentralen sind zugleich Sende- und Wetterempfangsstellen, während weitere neun nur für den Wetterempfangsdienst eingesetzt sind. Berlin und Hamburg nehmen eine Sonderstellung als Sende- und Empfangszentralen ein[2]). Von den Sende- und Empfangsstellen werden Wettermeldungen nach internationaler

[1]) H. Friedrich, S. 907 dieses Heftes.

[2]) H. J. Zetzmann, Draht u. Äther 7 (1937) H. 3 4, S. 39. Referat S. 920 dieses Heftes.

Digitized by Google

Zeittafel ausgesendet und empfangen. Im Wetterfunkdienst bedient man sich ausschließlich verschlüsselter Texte.

In den Fernmeldebetriebszentralen ist für den Wetterfunkempfang ein besonderer Betriebsraum eingerichtet (Abb. 4), der im allgemeinen auf der dem Fernschreibbetriebsraum gegenüberliegenden Seite an den Schaltpultraum angrenzt. Auf Flughäfen mit größerem Flugbetrieb sind die Funkbetriebsräume mit 6 bis 8 Sonder-Lang- und Kurzwellenempfängern ausgerüstet. In den Hauptbetriebszeiten werden gleichzeitig an allen Empfängern Ausstrahlungen aufgenommen. Der aufgenommene Schlüsseltext wird so, wie ihn der Beamte hört, mittels einer Sonderschreibmaschine auf ein fortlaufendes Papierband geschrieben. Die so niedergelegten Wettermeldungen werden in ein neben den Empfangsplätzen vorbeilaufendes Förderband geworfen und gelangen über dieses unmittelbar in den Kartenzeichenraum des Reichswetterdienstes, wo mit Hilfe dieser Wetterfunkaufnahmen Wetterkarten hergestellt und Flugwetterberatungen erteilt werden.

Neben dem neuesten Empfangsgerät werden in den Wetteraufnahmezentralen auch neuzeitliche Einrichtungen der Antennen- und Antennenverstärkertechnik angewandt. Es sind überall verlustarm angepaßte, abgeschirmte Zuleitungen verlegt, die in einer Antennenverteilertafel (in Abb. 4 an der hinteren Wand) zusammenlaufen. Von dort werden sie auf die verschiedenartigen Antennensysteme je nach der Art des gerade aufgenommenen Wellenbandes verteilt. Über Antennenvorverstärker sind mehrere Empfangsgeräte gleichzeitig an einer Antenne angeschlossen. Für Kurzwellenempfang werden auch besonders abgestimmte Dipole angewandt. Es gilt das Bestreben, mit Hilfe der besten technischen Einrichtungen den Funkempfang zu jeder Tages- und Nachtzeit unbedingt sicherzustellen. Z. Z. laufen Versuche, im Wetternachrichtendienst Siemens-Hell-Schreiber einzusetzen, bei denen die Funkmeldungen im Empfangsgerät bereits in geschriebene Zeichen und Buchstaben umgesetzt werden.

Durch den Wettersendedienst werden Wetterbeobachtungen, die entweder von der örtlichen Wetterdienststelle zusammengestellt oder auf dem Fernschreibewege

Tafel 1. Fernmeldebetriebszentralen auf deutschen Flughäfen.

Dienststelle	Fernschreibbetrieb: Art der Fernschreibstelle	Fernschreibbetrieb: Zahl der Anschlüsse	Streckenfunkbetrieb	Rohrpostanlage	Wetterfunkbetrieb	Fernsprechbetrieb
Berlin-Tempelhof	Handvermittlungszentrale	19	—	ja	Sende- und Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Bremen	Handvermittlungsanlage	2	—	—	Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Breslau	Handvermittlungszentrale	4	—	ja	Sende- und Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Dortmund	Endstelle	1	—	—	Empfangsstelle	—
Dresden	Handvermittlungszentrale	7	—	ja	Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Düsseldorf	Endstelle	1	—	—	—	—
Erfurt	Handvermittlungsanlage	2	—	—	Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Essen-Mülheim	Handvermittlungszentrale	3	—	ja	Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Frankfurt/M.	Handvermittlungszentrale	14	—	ja	Sende- und Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Freiburg/Br.	Endstelle	1	—	—	Empfangsstelle	—
Friedrichshafen-Löwental	Handvermittlungszentrale	3	—	—	—	—
Gleiwitz	Endstelle	1	—	—	Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Halle-Leipzig	Handvermittlungszentrale	7	—	ja	Sende- und Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Görlitz	Endstelle	1	—	—	—	—
Chemnitz	Endstelle	1	—	—	—	—
Braunschweig-Waggum	Endstelle	1	—	—	—	—
Hamburg	Handvermittlungszentrale	8	—	ja	Sende- und Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Hannover	Handvermittlungszentrale	8	—	ja	Sende- und Empfangsstelle*)	automatische Vermittlungsanlage
Hof	Endstelle	1	—	—	—	—
Karlsruhe	Automatische Vermittlung	2	—	ja	Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Kiel	Endstelle	1	—	—	Empfangsstelle	—
Köln	Handvermittlungszentrale	9	—	ja	Sende- und Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Königsberg/Pr.	Handvermittlungszentrale	5	mit Warschau Kowno Wellikije-Luki Riga 257 kHz (1107 m)	ja	Sende- und Empfangsstelle	—
Mannheim	Handvermittlungsanlage	2	—	—	Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Magdeburg	Handvermittlungsanlage	2	—	—	—	—
München-Oberwiesenfeld	Handvermittlungszentrale	7	mit Rom Mailand Verona Venedig 5600 kHz (53,57 m)	ja	Sende- und Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Nürnberg	Handvermittlungszentrale	7	—	ja	Empfangsstelle	—
Reichenhall/Berchtesgaden	Endstelle	1	—	—	—	—
Saarbrücken	Endstelle	1	—	—	Empfangsstelle	—
Stettin	Handvermittlungszentrale	5	—	ja	Empfangsstelle	—
Stolp	Automatische Vermittlungsanlage	2	—	—	—	—
Stuttgart	Handvermittlungszentrale	7	—	ja	Empfangsstelle	automatische Vermittlungsanlage
Rangsdorf	Endstelle	1	—	—	—	—
Quickborn bei Hamburg	Handvermittlungszentrale	4	Überseefunkdienst D Schwabenland D Friesenland D Ostmark D Westfalen Rio de Janeiro Sintra Sofia Madrid Gando 8 220 kHz (36,50 m) 8 340 kHz (35,97 m) 11 255 kHz (26,65 m) 11 320 kHz (26,50 m) 16 800 kHz (17,86 m) 17 000 kHz (17,65 m)	ja	Sende- und Empfangsstelle	—

*) Ausstrahlung der Wettersendung durch Hamburg.

Digitized by Google

der Sammelstelle zugeleitet worden sind, zu festgelegten Zeiten über einen Sender in der örtlichen Senderzentrale der Reichsflugsicherung ausgestrahlt. Der Sender wird in Ausnahmefällen von Hand getastet, in der Regel über einen Morse-Schnellgeber. Für den Morse-Schnellgeber wird die auszustrahlende Wettermeldung vorher in einen besonderen Lochstreifen, ähnlich dem im Fernschreibbetrieb verwendeten, gestanzt. In Berlin-Tempelhof werden außer den Wettermeldungen die Flugeilfunkmeldungen der mitteleuropäischen Länder ausgestrahlt. Dies sind eilige Nachrichten über den Betriebszustand der Flughäfen, Schießübungen usw.; sie werden zu mehreren Zeiten am Tage bekanntgegeben.

Zu den Aufgaben der Fernmeldebetriebszentrale gehört ferner der zentrale Fernsprechvermittlungsdienst. Zentrale Fernsprechanlagen werden neuerdings auf allen Verkehrsflughäfen nach einheitlichem Muster gebaut. An diese Zentralen sind alle auf dem Flughafen an dem Flugbetrieb beteiligten Stellen angeschlossen.

Eine Übersicht über die Einrichtungen der deutschen Fernmeldebetriebszentralen auf Flughäfen gibt Tafel 1.

Bodenpeilstellen der Reichsflugsicherung.

Von **W. Robra**, Reichsluftfahrtministerium, Berlin.

621. 396. 75 : 656. 7. 05

Innerhalb der verschiedenen Betriebszweige der Reichsflugsicherung ist der Funkdienst mit Luftfahrzeugen der verantwortungsvollste; er wird durch die Bodenpeilstellen durchgeführt, die in zweckmäßiger Verbindung den Nachrichten- und Peilverkehr wahrzunehmen haben. Dieser Dienstzweig gliedert sich der bestehenden Fernmeldebetriebsordnung entsprechend in den:

a) Funk-Nachrichten- und -Peildienst im Flugsicherungsbezirk,

b) Funk-Nachrichten- und -Peildienst im Nahverkehrsbezirk.

Durch den Funknachrichtendienst können Luftfahrzeuge jederzeit Auskünfte aller Art über Wetterverhältnisse auf den Flugstrecken einholen, so daß danach gegebenenfalls Kurs oder Flughöhe geändert werden können. Auch über Landebedingungen auf den Flughäfen, über andere in Nähe der Flugstrecke befindliche Luftfahrzeuge, mit denen bei Blindfluglagen Zusammenstoßgefahr besteht, kann die Bodenfunkstelle Auskunft geben. Besonders wichtig ist hierbei die Angabe des auf dem Bestimmungsflughafen herrschenden Luftdrucks zur Einstellung des für die Landung unentbehrlichen Feinhöhenmessers. Ferner können Luftfahrzeuge im Augenblick der Gefahr — bei Motorschäden oder Außenlandungen — Not- und Dringlichkeitsmeldungen an die Bodenpeilstelle absetzen. Schließlich können über den Luftfunkdienst Privattelegramme der Fluggäste vom Flugzeug zum Boden und umgekehrt befördert werden.

Für die Ortung und Kursbestimmung kommt der Funkpeildienst in Frage. Peilungen können bekanntlich als Eigenpeilungen wie als Fremdpeilungen ausgeführt werden. Bei der Eigenpeilung ermittelt das Flugzeug selbst seinen Ort oder Kurs unter Anwendung einer an Bord befindlichen gerichteten Empfangsanlage (Rahmen, Goniometer) durch Empfang rundstrahlender Sender (Navigationsfunkfeuer der Reichsflugsicherung, Rundfunksender u. a.). Die Fremdpeilung wendet das umgekehrte Verfahren an. Die zu Zwecken der Peilung auf zwischenstaatlich vereinbarter Frequenz ausgestrahlten Zeichen der Bordfunkanlage werden am Boden empfangen und ausgewertet. Die Bodenpeilstellen führen dabei Zielpeilungen, Kursbestimmungen und unter Heranziehung mindestens einer Peilnebenstelle mittels Kreuzpeilungen Standortermittlungen durch. Die Ergebnisse werden dem Luftfahrzeug auf dem Funkwege übermittelt.

Die Überwachung der Bewegungsvorgänge bezweckt die Verhütung von Zusammenstößen. Die Luftfahrzeuge sind auf Grund zwischenstaatlicher Vereinbarungen gezwungen, sich innerhalb der Flugsicherungsbezirke an die Peilleitstelle zu wenden, die die Überwachung der Verkehrsabwicklung einschließlich des etwaigen Verkehrs mit anderen im Flugsicherungsbezirk liegenden Bodenpeilstellen durchzuführen hat. Die Luftfahrzeuge haben daher ein vorgeschriebenes, besonderes Meldeverfahren anzuwenden, wenn sie in einen Flugsicherungsbezirk eintreten, ihn verlassen oder auf einem Flughafen gestartet sind bzw. auf einem anderen landen wollen. Für die Vereinfachung der in diesem Meldeverfahren notwendigen Standortangaben ist die Anwendung der an den Grenzen und innerhalb der Flugsicherungsbezirke befindlichen Melde- und Bezugspunkte vorgeschrieben.

Abb. 1. Bodenpeilstelle in Versenkbauweise (Breslau).

Die Bodenpeilstelle führt schließlich für diejenigen Luftfahrzeuge, die nicht mit einem besonderen Landeempfangsgerät für Ultrakurzwellenbetrieb ausgestattet sind, das Durchstoß- und ZZ-Verfahren durch und bewirkt die Ferneinschaltung und Kontrolle der Landefunkfeuereinrichtungen[1]).

Die Bodenpeilstellen sollen bei Tage allgemein mit einer Genauigkeit der Richtungsangabe arbeiten, die um weniger als 1° von der optischen Richtung abweicht. Diese Genauigkeit setzt voraus, daß ein geeigneter Aufstellungsort gewählt, die Anlage geographisch ausgerichtet und das Gerät funkbeschickt worden ist. Der Standort der Bodenpeilstellen muß daher ganz bestimmten, aus den Erfahrungen abgeleiteten geologischen und elektrischen Bedingungen entsprechen. Das Gelände um den Standort herum soll möglichst homogen sein. Höhenzüge, Bodenverwerfungen, veränderliche Grundwasserverhältnisse in der Nähe der Peilstelle ergeben Reflexionen und Beugungen der einfallenden Funkstrahlen, die je nach Witterung und Einfallrichtung zeitlich verschiedene Werte annehmen können. Im Abstand von 300 m um die Peilstelle herum dürfen keine schwingungsfähigen metal-

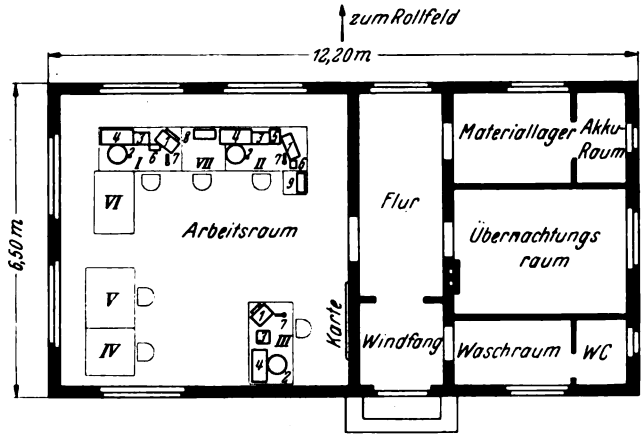
[1]) H. J. Zetzmann, S. 904 dieses Heftes.

Digitized by Google

lischen Gebilde — Schienenanlagen, Kraftstrom- und Fernmeldeleitungen, Luftleiteranlagen und dgl. — vorhanden sein. Rückstrahlgebilde, die in Resonanz mit der Peilfrequenz schwingen, wirken als Eigensender; infolge ihrer Nähe zum Peilrahmen können sie die Genauigkeit der Anzeige erheblich beeinflussen.

Bei der Festlegung des Standortes der Bodenpeilstelle ist ferner auf die fliegerischen Belange — vorherrschende Windrichtung, den Landevorgang erschwerende Luftfahrthindernisse usw. — wie auch auf die weiteren die Schlechtwetter- und Blindlandung erleichternden Anlagen (UKW-Landefunkfeueranlage, Zielflugfunkfeuer u. a.) Rücksicht zu nehmen. Hieraus hat sich als Norm ergeben, die Bodenpeilstelle am Ostrand, das UKW-Ansteuerungsfunkfeuer auf der gleichen Grundlinie am Westrand des Rollfeldes zu errichten.

Die Bodenpeilstelle wird in eingeschossiger massiver Bauweise mit möglichst geringer Bauhöhe ausgeführt. Da das Haus, auf der Anfluggrundlinie in unmittelbarer Nähe des Rollfeldes liegend, von fast allen bei Schlechtwetter landenden Luftfahrzeugen überflogen werden muß, darf es kein zusätzliches Hindernis darstellen. Es wird



I Fernpeilplatz
II Nahpeilplatz
III Peilplatz zur Unterstützung des Fernpeilplatzes (mit Impulszusatz)
IV Peilflugleiter
V Kartentisch für die Überwachung der Bewegungsvorgänge
VI Bezirkspeilkarte
VII Fernsprechvermittlung

1 Peilempfänger
2 Peilrahmenantrieb
3 Kommandogerät für Sender-Frequenzfernwahl
4 Verkehrsempfänger
5 ZZ-Signalgerät
6 Umschalter
7 Taste
8 Fernsprechvermittlungseinrichtung
9 Landefunkfeuer-überwachungsgerät

Abb. 2. Bodenpeilstelle der Reichsflugsicherung; Grundriß und Geräteanordnung.

daher bis zur Unterkante der Fenster versenkt in einer besonders geschaffenen muldenartigen Vertiefung errichtet (Abb. 1); wo dies wegen der Grundwasserverhältnisse nicht möglich ist, wird der Bau zur Sicherung des erforderlichen Einschwebewinkels 50 bis 100 m vom Rollfeld nach außen entfernt aufgeführt. Das Haus ist zentralbeheizt und mit allen erforderlichen elektrischen und sanitären Einrichtungen ausgestattet. Die Bauform für Peilleit- und Peilnebenstellen ist einheitlich; lediglich die Größe und Geräteausstattung weisen wegen des verschiedenen Zwecks gewisse Unterschiede auf.

Abb. 2 kennzeichnet den grundsätzlichen Aufbau und die genormte Ausrüstung einer Peilleitstelle mit insgesamt 3 Peilarbeitsplätzen für die Durchführung des Funk-Nachrichten- und -Peildienstes im Flugsicherungs- und im Nahverkehrsbezirk, die Anordnung des Arbeitsplatzes für die Fernsprechvermittlung, des Arbeitsplatzes für die Überwachung der Bewegungsvorgänge und die notwendigen Nebenräume. Die Innenansicht des Betriebsraumes (Arbeitsplatz I und II) zeigt Abb. 3.

Die Verteilung der für den Funkbetrieb der Verkehrsluftfahrt verwendeten Wellen der drei Arbeitsplätze ist folgende:

empfangsseitig:	333 kHz	Hauptempfangswelle für Anruf und Verkehr der Flugzeuge (Arb. Platz I)
	322 kHz	Empfangswelle für den Funkverkehr im Nahverkehrsbezirk (Arb. Platz II)
	327 kHz	Empfangs-Ausweichwelle zur Entlastung des ersten Arbeitsplatzes (Arb. Platz III)
sendeseitig:	336 kHz	Sendewelle für Verständigung zwischen Peilleitstellen und Sendewelle für Peilnebenstellen
	338 340 kHz 342	Hauptsendewellen der Peilleitstellen (Arb. Platz I)
	322 kHz	Sendewelle für Nahverkehrsbezirk (Arb. Platz II)
	345 kHz	Sendewelle für Arbeitsplatz III

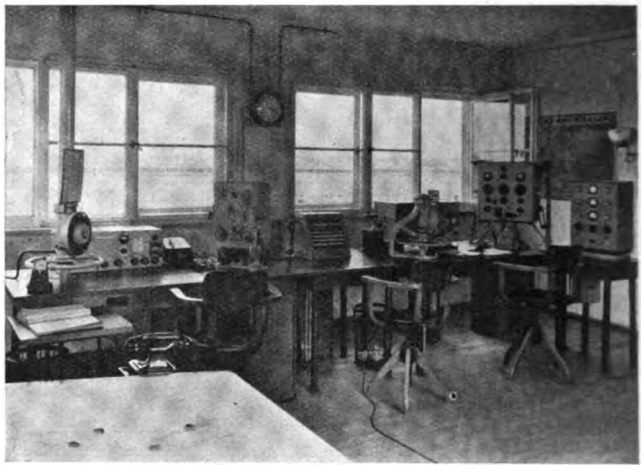


Abb. 3. Innenansicht des Betriebsraumes einer Bodenpeilstelle (Nürnberg).

Die Bodenpeilstelle ist zur schnellen Zustellung aller Meldungen über unmittelbare Fernsprechleitungen mit allen wichtigen Dienststellen des Flughafens (Wetterwarte, Flughafenleitung, der Verkehrsgesellschaften, Luftaufsicht usw.) verbunden, Abb. 4. Ferner

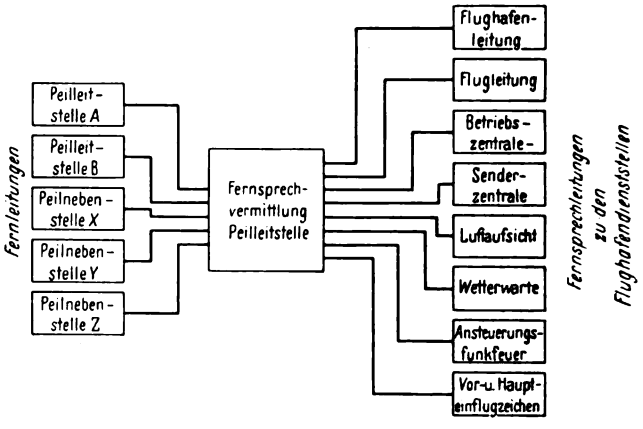


Abb. 4. Fernsprechnetz der Bodenpeilstelle.

ist jede Peilleitstelle über besondere Fernsprechverbindungen an benachbarte Peilleitstellen und an alle im Flugsicherungsbezirk liegenden Peilneben- und sonstigen Peilstellen angeschlossen. Besonders wichtig ist das Fernbedienungsgerät für Ein- und Ausschaltung sowie Überwachung des UKW-Funkfeuers. Das Gerät befindet sich in der Nähe des Arbeitsplatzes II (s. Abb. 3).

Zur Überwachung der Bewegungsvorgänge werden z. Z. verschiedene Verfahren erprobt, die zum Ziel haben, den jeweiligen Flugzustand sämtlicher innerhalb des Flugsicherungsbezirks in Schlechtwetterlagen fliegenden Flugzeuge darzustellen. Diese Übersicht ist für den hierfür verantwortlichen Peilflugleiter von außerordentlicher Be-

Digitized by Google

deutung. Das z. Z. eingeführte Verfahren besteht in einer Aufzeichnung der Flugwege auf einem über einer Kontrollkarte ausgespannten durchsichtigen Zeichenpapier, worauf alle für den Flugzustand wesentlichen Punkte vermerkt werden.

Jedem der vorgenannten Arbeitsplätze einer Bodenpeilstelle stehen zur Abwicklung des Funkdienstes Sendeeinrichtungen zur Verfügung. Für den Nahverkehr sind die Sender allgemein z. T. noch auf den Flughäfen untergebracht, da die Luftleiter wegen der geringen Reichweite keine die Verkehrssicherheit störende Höhe besitzen. Die Sender für den Bezirksfunkdienst und für den Fernverkehr dagegen sind grundsätzlich in den vom Flughafen räumlich entfernten Senderzentralen[2]) errichtet; für ihre Bedienung sind besondere Fernsteuerungseinrichtungen erforderlich.

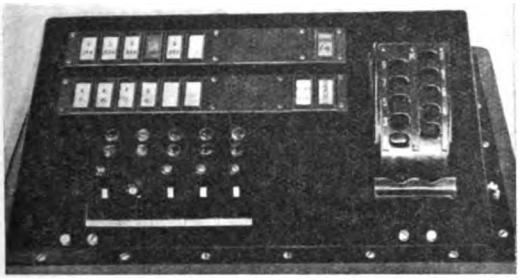


Abb. 5. Befehlsgerät für Senderfernsteuerung.

Die gesteigerten Reisegeschwindigkeiten neuerer Luftfahrzeuge und der Mangel an freien Funkwellen stellen an die Einsatzbereitschaft dieser Funksender und an den häufig notwendigen Frequenzwechsel besondere Anforderungen. Das bisherige Verfahren, den benötigten Funksender von der Bodenpeilstelle aus durch telephonische Aufforderung einschalten und den jeweils erforderlichen Frequenzwechsel von Hand aus vornehmen zu lassen, mußte wegen des untragbaren Zeitaufwandes durch andere Mittel ersetzt werden. Nach Einführung der vollselbsttätigen Senderfernsteuerung ist die für diesen Arbeitsvorgang benötigte Zeit von einigen Minuten auf 3 bis 5 s verringert worden.

Die Senderfernsteuerung besteht aus der Leitungs-Signalübertragung und der eigentlichen Sendersteuerung. Den drei Peilarbeitsplätzen der Bodenpeilstellen ist je ein Befehlsgerät zugeordnet, das eine Zugnummernscheibe mit Kipphebel und Signallampe enthält. Die einzelnen Befehlsgeräte sind allgemein über 5 Fernleitungen von 10 bis 80 km Länge an 5 Sender angeschlossen. Mit Hilfe der Kippschalter wird einer der 5 Sender gewählt und damit gleichzeitig die Wahl dieses Senders von anderen Befehlsgeräten aus gesperrt. Nach einem Impulsverfahren werden 15 Signale übertragen, die folgende Einstellung der Sender bewirken:

a) 12 verschiedene Frequenzen, bei Erstwahl einer Frequenz wird gleichzeitig der Sender mit kleiner Energieabstrahlung für tonlosen Betrieb eingeschaltet,

b) zweite (große) Energiestufe,

c) Tonsenden,

d) Abschalten des Senders.

Nach der Ferneinstellung kann der Sender über die gleiche Leitung mit Doppelstrom getastet werden. Die Einrichtung gestattet, während einer Sendepause einen zweiten Sender zu wählen, ihn zu tasten und den erstgewählten Sender gleichzeitig belegt zu lassen. Die Signallampen des Befehlsgeräts geben Besetztzeichen, falls ein zu wählender Sender von einem der übrigen Arbeitsplätze belegt worden ist. Während der Fernwahl ist die Tastung des Senders gesperrt, damit Beschädigungen der Kontakte und Röhren durch vorzeitiges Tasten während des Abstimmvorgangs vermieden werden.

Die Impulse des Befehlsgeräts werden in der Relaisanordnung, die in 2 Relaisgestellen im Peilhaus eingebaut ist, verarbeitet und auf die Leitung gegeben. Empfangen und umgesetzt werden die Signale in zwei weiteren Relaisgestellen in der Senderzentrale. Das System arbeitet nur mit Relais; von Dreh- und Hebdrehwählern wurde abgesehen. Den Strom liefern Trockengleichrichter aus dem Wechselstromnetz. Für die sichere Durchführung des Funkempfangs der Bodenpeilstelle muß die Fernsteuerungsanlage in einem Wellenbereich von 50 bis 2000 m bis zu einer Empfängereingangsspannung von 2 μV entstört sein. Ausfall und Fehler der Relais beeinträchtigen die Betriebsmöglichkeit nicht, da die Sender dann noch von Hand bedient werden können. Abb. 5 zeigt eines der auf den Peilarbeitsplätzen eingebauten Befehlsgeräte.

Bekanntlich treten durch Reflexion der langen Wellen an der Ionosphäre Funkfehlweisungen auf, die als Dämmerungs- und Nachteffekt bezeichnet werden. Das die Peilrichtung anzeigende Minimum pendelt nach beiden Seiten der wahren Peilung, so daß genaue Peil-

Tafel 1. Geräteeinsatz bei den Peilstellen der Reichsflugsicherung.

Dienststelle	Zahl der Peilarbeitsplätze	Schlechtwetter-Landeverfahren	Dämmerungs- und Nachteffekt-beseitigung
Berlin	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz
Braunschweig	1	—	—
Bremen	1	Durchstoß, ZZ.	—
Breslau	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz
Deutsch-Krone	1	—	—
Dortmund	1	Durchstoß, ZZ.	—
Dresden	2	Durchstoß, ZZ.	—
Düsseldorf	1	Durchstoß, ZZ.	—
Essen-Mülheim	1	Durchstoß, ZZ.	—
Erfurt	2	Durchstoß, ZZ.	Adcockanlage *)
Frankfurt/M.	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz.
Freiburg	2	Durchstoß bei bestimmter Wolkenhöhe	—
Friedrichshafen	1	Durchstoß bei bestimmter Wolkenhöhe	—
Gleiwitz	1	Durchstoß, ZZ.	—
Halle/Leipzig (Schkeuditz)	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz Adcockanlage
Hannover	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz Adcockanlage
Hamburg	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz
Kassel	1	—	—
Kiel	1	Durchstoß, ZZ.	—
Köln	3	Durchstoß, ZZ. UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz Adcockanlage*)
Königsberg	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz Adcockanlage*)
Mannheim	1	Durchstoß, ZZ.	—
München	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz Adcockanlage
Nürnberg	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz
Reichenhall-Berchtesgaden	1	Durchstoß bei bestimmter Wolkenhöhe	—
Saarbrücken	1	Durchstoß bei bestimmter Wolkenhöhe	—
Stettin	2	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	—
Stuttgart	3	Durchstoß, ZZ, UKW-Landefunkfeuer	III. Arbeitsplatz mit Impulszusatz

*) Noch nicht in Betrieb genommen.

[2]) Vgl. S. 909 dieses Heftes oder auch H. J. Zetzmann, Die Senderzentralen der Reichsflugsicherung, Draht u. Aether 6 (1936) H. 5/6, S. 60.

Digitized by Google

ergebnisse nicht erhalten werden können. Die beiden Verfahren zur Überwindung des Dämmerungs- und Nachteffektes, die bisher praktisch eine nennenswerte Bedeutung erlangt haben, sind im Betrieb der Reichsflugsicherung eingesetzt worden, da die Beseitigung oder zumindest wesentliche Herabsetzung des Dämmerungs- und Nachteffektes für den laufend an Umfang zunehmenden Nachtflugbetrieb von erheblicher Bedeutung ist.

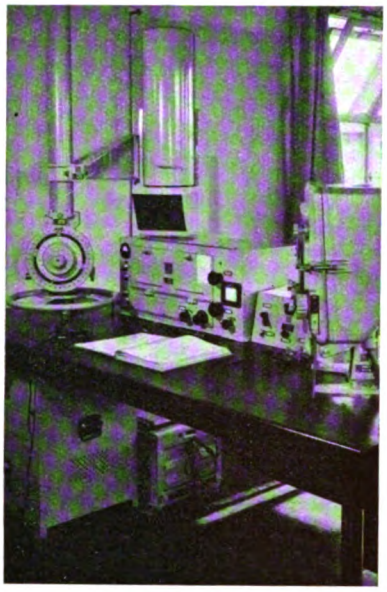


Abb. 6. Peilarbeitsplatz mit Impulszusatz (Braunsche Röhre), Kippschwingungs- und Netzanschlußgerät (Berlin).

Beim Impulspeilverfahren[3]) wird der Zeitunterschied, der zwischen dem Eintreffen der direkten und indirekten Welle eines Senders am Empfänger infolge verschiedener Weglängen auftritt, zur Peilung benutzt. Nur die konstant polarisierte Bodenwelle wird gepeilt. Der Sender im Flugzeug gibt in der Sekunde etwa 300 Impulse von je etwa 0,3 ms Dauer. Die Impulse werden im Empfänger auf dem Schirm der Braunschen Röhre abgebildet; nach entsprechender Synchronisierung der Empfangseinrichtung gemäß der Zeitachse der Darstellung entspricht der erste Impuls der peilbaren Bodenwelle, der zweite der nicht peilbaren Raumwelle. Einen Peilarbeitsplatz mit Impulszusatzeinrichtung zeigt Abb. 6. Die bisher erzielten Reichweiten betragen unter günstigsten Verhältnissen 120 bis 150 km.

Das Adcock-Peilverfahren[4]) beruht auf der Tatsache, daß die Aufnahme der störenden Horizontalkomponente der Raumwelle durch ein besonderes Antennengebilde vermieden wird. Eine im Betrieb der Reichsflugsicherung eingesetzte H-Adcock-Anlage, die aus 4 Masten von 20 m Höhe mit Vertilkaldipolen besteht, stellt Abb. 7 dar. Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen war der Peilfehler aller Nachtpeilungen bis zu Entfernungen von 150 km $< \pm 4°$.

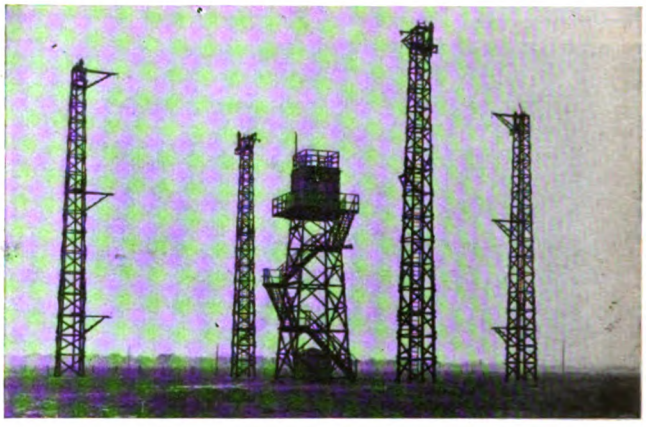


Abb. 7. Peilanlage H-Adcock (Hannover).

Beide Peilverfahren, deren Erprobung z. Z. noch nicht abgeschlossen ist, haben den großen Vorteil, den Dämmerungs- und Nachteffekt, gemessen an den Ansprüchen des Nachtflugbetriebes und der dabei erforderlichen Peilreichweiten, ausreichend zu überwinden. — Tafel 1 gibt einen Überblick über die z. Z. in Deutschland eingesetzten Anlagen.

[3]) H. Plendl, Luftf.-Forschg. 13 (1936) S. 367. Referat ETZ 58 (1937) S. 382.

[4]) F. W. Petzel, Draht u. Aether 6 (1936) H. 9/10. — R. H. Barfield, J. Instn. electr. Engrs. 76 (1935) S. 423.

Landefunkfeuer der Reichsflugsicherung.

Von **H. J. Zetzmann VDE**, Reichsluftfahrtministerium, Berlin.

621. 396. 663 : 656. 7. 05

Das Fliegen auf der Strecke in Schlechtwetterlagen, also ohne Erdsicht, wird durch eine Anzahl wichtiger Hilfsmittel der Bordausrüstung der Flugzeuge (wie künstlicher Horizont, Wendezeiger, Kreiselkompaß usw.) ermöglicht. Durch die Einrichtungen der Funknavigation findet der Flugzeugführer den Weg zum Zielhafen, wo er die im allgemeinen schwierigste Aufgabe, die Landung ohne oder nur mit teilweiser Erdsicht, zu bewältigen hat. Folgende drei Landeverfahren werden hierbei unterschieden:

1. Durchstoßverfahren[1]). Läßt die Höhe der unteren Wolkengrenze am Flughafen, auf dem das Flugzeug landen will, ein gefahrloses Durchstoßen der Wolkendecke zu, so wird das mittels Peilung bis über den Flughafen gelotste Flugzeug zum „Durchstoßen" aufgefordert und landet dann wie in üblicher Weise mit Erdsicht.

2. ZZ-Verfahren[1]). Liegt die Wolkendecke am Zielhafen so niedrig, daß die Luftfahrthindernisse der näheren Umgebung bereits in die Wolken hineinragen, so fliegt das durch Peilungen über den Hafen gelotste Flugzeug auf einem für die Landung festgelegten hindernisfreien „Anflugsektor", durch weitere Peilungen gesichert, wieder weg und führt nach etwa 7 min eine Kurve aus. Während des nun folgenden Anfluges werden laufend weitere Peilungen von der Bodenpeilstelle ausgeführt und dem Flugzeug übermittelt, nach denen der Flugzeugführer dauernd seinen Landekurs verbessert. Gleichzeitig verringert er dabei langsam seine Höhe. Sobald der von der Bodenpeilstelle aus den Landevorgang leitende Peilflugleiter Motorengeräusche des herannahenden Flugzeugs wahrnimmt, was etwa einer Entfernung des Flugzeugs von 1 bis 3 km vom Flughafen entspricht, läßt er ihm von der Bodenpeilstelle ein „Vorsignal" übermitteln. Lassen die weiteren Feststellungen am Boden eine ordnungsgemäße Landung erwarten, so gibt der Peilflugleiter, kurz bevor das Flugzeug die Rollfeldgrenze er-

[1]) Vgl. Fernmeldebetriebsordnung für die Verkehrsflugsicherung (FBO).

Digitized by Google

reicht, das Hauptsignal zum Durchstoßen (ZZ), das dem Verfahren den Namen gegeben hat[2]).

3. Landefunkfeuerverfahren[3]). Das von subjektiven Faktoren abhängige ZZ-Verfahren wird in

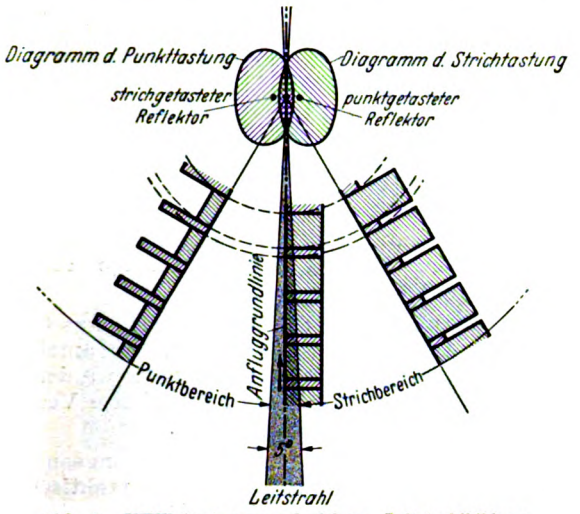


Abb. 1. UKW-Ansteuerungsfunkfeuer, Leitstrahlbildung.

Deutschland allmählich durch ein Landeverfahren mittels eines Ultrakurzwellen-Funkfeuers verdrängt, das in seiner technischen Vervollkommnung als die Krönung

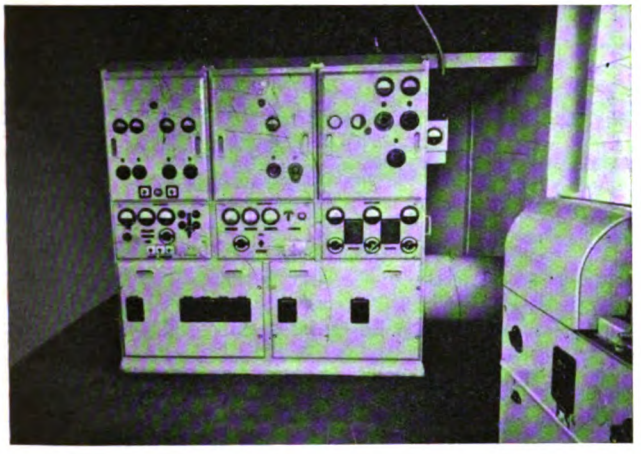


Abb. 2. UKW-Ansteuerungs-Funkfeuersender (Vollnetzbetrieb); vorn rechts Spannungsregler.

aller Hilfsmittel für Schlechtwetter-Anflug und -Landung bezeichnet werden muß. Das auf Grundgedanken amerikanischer Erfinder in Deutschland weiter entwickelte Verfahren ist zu einer hohen Betriebsreife und Einfachheit im Aufbau und Bedienung gebracht worden. Es hat gegenüber dem ZZ-Verfahren außer seinen technischen Vorzügen noch den Vorteil, daß es den übrigen Flugsicherungsfunkverkehr auf Langwellen in keiner Weise berührt, sogar wesentlich entlastet.

Der Grundgedanke des Verfahrens sei hier nur kurz dargestellt[4]). Einem mit der Welle 33,3 MHz (9 m) dauernd gespeisten Vertikaldipol sind zwei abwechselnd getastete Reflektoren dergestalt zugeordnet, daß im Rhythmus der Tastung, spiegelbildlich zur Grundlinie, zwei Strahlungsdiagramme erzeugt werden, wie sie Abb. 1 wiedergibt. In Richtung der Grundlinie ist die Intensität der beiden Diagramme die gleiche, so daß ein genau in dieser Richtung befindlicher Empfänger von der wechselnden Tastung der Reflektoren nichts wahrnimmt, sondern nur einen Dauerstrich empfängt. Rechts oder links von dieser Hauptrichtung überwiegen jeweils die Intensitäten des Strich- oder Punktdiagramms, so daß aus der Art der Kennung die jeweilige Lage zur Grundlinie eindeutig ersichtlich ist. Die Breite der Dauerstrichzone ist dadurch gegeben, daß das menschliche Ohr bzw. die optische Anzeigeapparatur an Bord erst auf bestimmte Intensitätsunterschiede (etwa 5 %) der beiden Strahlungs-

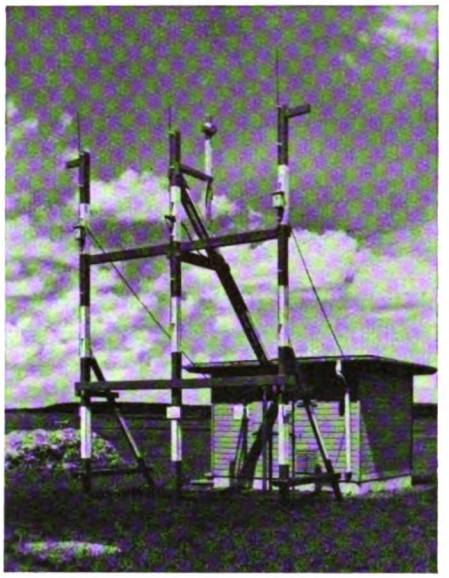


Abb. 3. Luftleitergerüst des UKW-Ansteuerungs-Funkfeuersenders mit Senderhäuschen (Stuttgart).

diagramme anspricht. Die Breite hängt also vom Schnittwinkel der beiden Diagramme ab und kann z. B. durch Veränderung des Reflektorabstandes in bestimmten Grenzen geändert werden.

Die in Deutschland verwendeten Ansteuerungsfunkfeuer haben, sofern sie in unmittelbarer Nähe des Rollfeldes aufgestellt sind, einen Sektor der Dauerstrichzone von 5 bis 6 ° Öffnung. In Fällen, wo das Ansteuerungsfunkfeuer aus elektrischen Gründen (siehe weiter unten) weiter ab vom Flughafen errichtet werden muß, wird der Sektor schmaler gehalten dergestalt, daß die Breite des

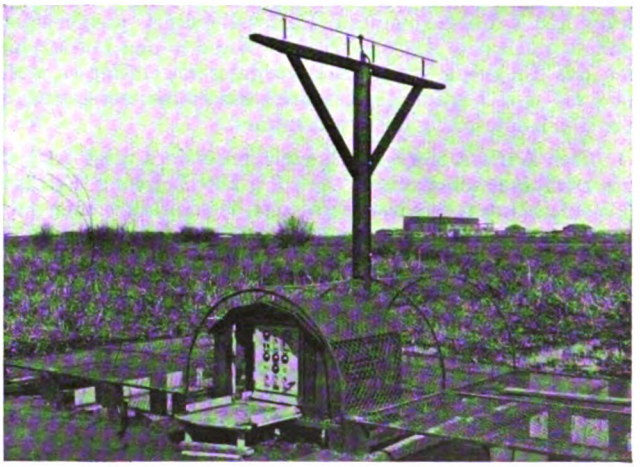


Abb. 4. Aufbau eines Einflugzeichensenders (Stettin).

[2]) Das gegenteilige Kommando, wieder Gas zu geben, heißt JJ.
[3]) Wie Fußnote 1.
[4]) E. Kramar, Die Ultrakurzwellen-Funkbake, Elektr. Nachr.-Techn. 9 (1932) S. 469.
P. v. Handel, Die Blindlandung mit Hilfe elektrischer Verfahren, Luftwissen 1 (1934) H. 7, S. 186.
C. Jung-Zaeper u. E. Kramar, Ein neuer Weg für Gleitwegbaken. Luftwissen 1 (1934) H. 4, S. 92.
F. Hentschel, Das Landefunkfeuer auf dem Flughafen Köln, Draht u. Äther 5 (1935) H. 11/12, S. 109.

Digitized by Google

Sektors in der Haupteinflugrichtung an der Rollfeldgrenze denselben Wert hat, wie bei einer normalen Anordnung.

Einen für das Verfahren benutzten Ultrakurzwellensender von 500 W Leistung, den sogenannten Ansteue-

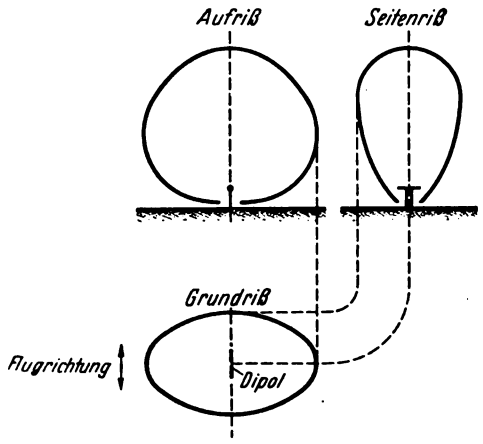


Abb. 5. Strahlungsdiagramm eines UKW-Einflugzeichensenders.

rungs-Funkfeuersender (Modelungsfrequenz 1150 Hz), zeigt Abb. 2, die Strahleranordnung mit dem Häuschen, in dem der Sender untergebracht ist, Abb. 3.

über das Rollfeldniveau ragende Bauten[5]) abgelenkt bzw. reflektiert wird. Es tritt alsdann eine Überlagerung der reflektierten mit der direkten Strahlung ein, wodurch die eindeutige Bildung des Leitstrahls beeinträchtigt wird (Strahlspaltung). Bei der Errichtung von Neubauten für Anlagen der Reichsflugsicherung wird daher unter Benutzung eines beweglichen Ansteuerungs-Funkfeuersenders eine elektrische Vermessung vorgenommen, um den günstigsten Standort zu ermitteln. Die Darstellung solcher durch Reflektion gestörter Bereiche gibt Abb. 7, die die Auswirkung der Metallmasse einer Luftschiffhalle auf den Leitstrahl des UKW-Landefunkfeuers auf dem Flughafen Rhein/Main an den ersten beiden, versuchsweise vorgesehenen Standorten wiedergibt. Auch die Errichtung eines Einflugzeichensenders stellt mitunter besondere bauliche oder technische Aufgaben (Abb. 8).

Die Frage, inwieweit die Vertikalstrahlungs-Charakteristik des Ansteuerungs-Funkfeuersenders unmittelbar zur Vertikalnavigation [Gleitweg[6])] benutzt werden kann, ist nicht abgeschlossen. Z. Z. wird von diesem Verfahren in Deutschland kein Gebrauch gemacht.

Bei den derzeitig benutzten Bordempfangsanlagen[7]) haben die UKW-Ansteuerungsfunkfeuer praktisch eine Reichweite von etwa 30 km bei 200 m Flughöhe, in größeren Höhen sind die Reichweiten entsprechend größer. Es besteht daher die Gefahr, daß bei eng benachbarten Flughäfen der Empfang des einen durch die Ausstrahlung des anderen auf der gleichen Welle 33,3 MHz arbeitenden

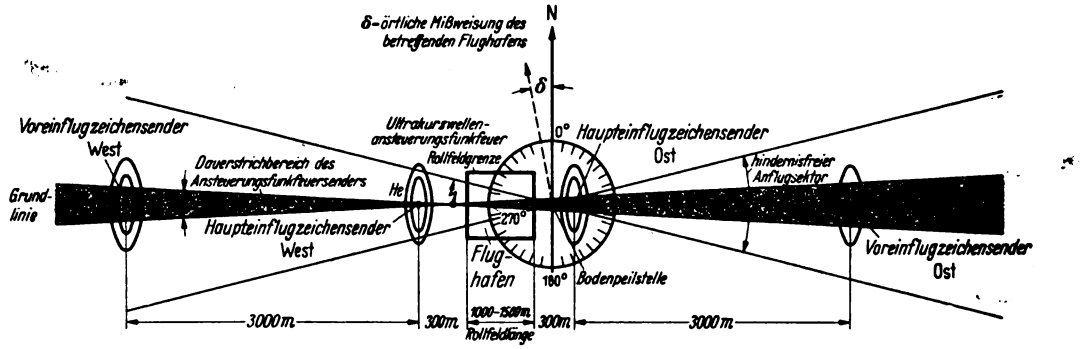
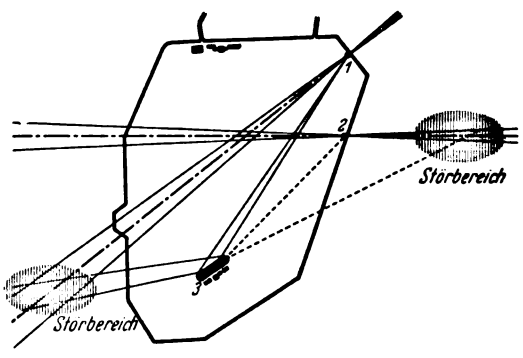


Abb. 6. Lage von Landefunkfeueranlage und Peilhaus auf einem Flughafen (Grundanordnung).

Der Leitstrahl des Ansteuerungs-Funkfeuersenders legt innerhalb des hindernisfreien Anflugsektors einen eindeutigen Weg für den Anflug fest (Horizontalnavigation). Zur Erleichterung der Vertikalnavigation sind in Entfernungen von 300 m und 3 km von der Rollfeldgrenze weitere Ultrakurzwellensender (entsprechend den Vor- und Hauptsignalen des ZZ-Verfahrens) aufgestellt. Diese Sender, die auf 38,0 MHz (7,9 m) arbeiten, sind mit einem waagerecht ausgespannten Halbwellendipol ausgerüstet und strahlen eine Art elektrischer Wand in den Leitstrahl, die das Flugzeug beim Landevorgang durchfliegen muß und als eine bestimmte Kennung zusätzlich zur Anzeige der Horizontalnavigation wahrnimmt.

Den Aufbau eines Einflugzeichensenders zeigt Abb. 4, die Strahlungsdiagramme Abb. 5. Die Leistung beträgt 5 W; zur Unterscheidung wird das Voreinflugzeichen mit 700 Hz, das Haupteinflugzeichen mit 1700 Hz gemodelt.

Die Einrichtung einer Landefunkfeueranlage auf einem Flughafen (bestehend aus einem Ansteuerungsfunkfeuer — Bake — und je 2 Einflugzeichensendern in beiden Richtungen) zeigt Abb. 6. Die Grundlinie wird stets so gelegt, daß sie mit dem von der Bodenfunk- und Peilstelle ausgehenden Hauptanflugsektor zusammenfällt. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß der Aufstellungsort des Ansteuerungs-Funkfeuersenders so gewählt werden muß, daß die seitlich zum Leitstrahl abgehende, nicht unerhebliche Strahlung des Senders nicht ungewollt durch Senders gestört und somit ein einwandfreier Landevorgang verhindert wird. Die Gebiete, in denen Empfangsstörungen auftreten, lassen sich theoretisch und praktisch



1 u. *2* Versuchsstandorte für UKW-Landefunkfeuer *3* Luftschiffhalle

Abb. 7. Störungen der Leitstrahlbildung durch reflektierte Strahlung.

ohne weiteres ermitteln und können bei der Planung neuer Anlagen berücksichtigt werden. Sie sind abhängig

[5]) Diese Bauten sind im allgemeinen elektrisch gut leitend von vorwiegend vertikaler Polarisation und groß gegenüber der Wellenlänge, z. B. Flugzeughallen, Eisenbetonbauten usw.

[6]) Wie Fußnote 4.

[7]) R. Brüger, S. 915 dieses Heftes.

Digitized by Google

von der Leistung und dem Abstand der Sender am Boden, der Resonanzschärfe der Empfangsanlagen an Bord und der Höhe der Flugzeuge über Grund.

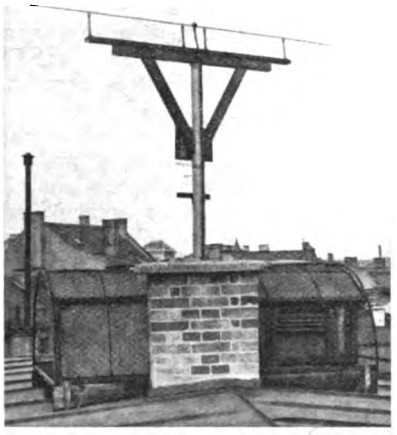


Abb. 8. Einflugzeichensender auf dem Dach eines Wohnhauses (München).

Es ist jedoch wenig aussichtsreich, die weitere Entwicklung ausschließlich auf eine Betriebswelle abzustellen; man hat daher bereits zwischenstaatlich die Nebenwellen 34,3, 34,8, 35,3, 35,8, 36,3, 36,8 MHz in Aussicht genommen[8]). Zunächst kommen in erster Linie die Wellen 35,3 und 36,3 MHz mit Rücksicht auf den z. Z. noch im allgemeinen benutzten Geradeausempfänger in Frage. Nach grundsätzlicher Einführung eines trennscharfen Zwischenfrequenzempfängers (Superhet) an Bord der Luftfahrzeuge ist mit einem lebhaften Einsatz weiterer Ultrakurzwellen-Landefunkfeueranlagen zu rechnen, um so mehr, als auf Grund seiner Betriebsreife und der eleganten Lösung der Aufgabe dieses Verfahren als das europäische Schlechtwetterlandeverfahren schlechthin angesprochen werden kann.

UKW-Landefunkfeuer sind z. Z. in Deutschland auf folgenden Flughäfen in Betrieb:

Berlin	Köln
Breslau	Königsberg
Frankfurt/M.	München
Halle/Leipzig	Nürnberg
Hamburg	Stettin
Hannover	Stuttgart

Bis Ende dieses Jahres werden voraussichtlich noch auf den Flughäfen

Bremen	Freiburg
Braunschweig	
Dresden	Gleiwitz und
Erfurt	Mannheim
Essen/Mühlheim	

Funkfeueranlagen in Betrieb genommen sein.

[8]) Vorschlag der 38. Internationalen Luftfahrtkonferenz, Paris, Mai 1937.

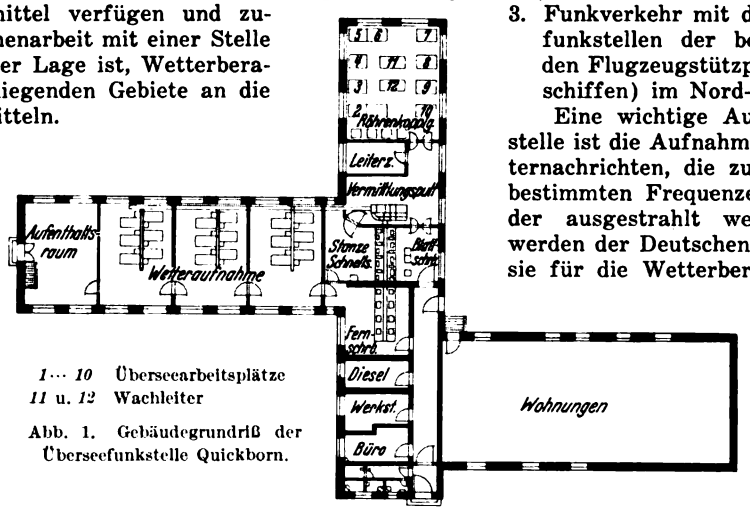
Die Überseefunkstelle der Reichsflugsicherung in Hamburg/Quickborn.

Von H. Friedrich, Luftamt Braunschweig.

621. 396. 71 : 656. 7. 05

Bei Flügen, die sich über große Entfernungen erstrecken (z. B. Transozeanflüge u. ä.), werden an die den Flug betreuende Flugsicherungs-Leitstelle besondere Aufgaben gestellt. Die Leitstelle muß über besonders geartete Funknachrichtenmittel verfügen und zugleich in engster Zusammenarbeit mit einer Stelle stehen, die jederzeit in der Lage ist, Wetterberatungen für die zu überfliegenden Gebiete an die Luftfahrzeuge zu übermitteln.

Zur Durchführung der Flugsicherung der von Deutschland ausgehenden Weitstreckenflüge (Fahrten der Luftschiffe der Deutschen Zeppelin-Reederei und der Transatlantikflüge der Deutschen Lufthansa AG.) wurde die Überseefunkstelle der Reichsflugsicherung in Quickborn bei Hamburg eingerichtet. Die Durchführung der meteorologischen Flugsicherung obliegt der durch besondere Verbindungen an Quickborn angeschlossenen Deutschen Seewarte in Hamburg.



1 ··· *10* Überseearbeitsplätze
11 u. *12* Wachleiter

Abb. 1. Gebäudegrundriß der Überseefunkstelle Quickborn.

Die Überseefunkstelle leistet folgende Arbeit:

1. Beschaffung der überseeischen Sammelwettermeldungen für die Deutsche Seewarte,
2. Abwicklung des Funkverkehrs mit den Luftfahrzeugen während ihrer Weitstreckenflüge, Übermittlung der Wetterberatung der Deutschen Seewarte, Entgegennahme von Standortmeldungen zur Überwachung der Bewegungsvorgänge, Betriebsmeldungen u. ä.,
3. Funkverkehr mit den ausländischen Bodenfunkstellen der beflogenen Strecken bzw. den Flugzeugstützpunkten (Flugsicherungsschiffen) im Nord- und Südatlantik.

Eine wichtige Aufgabe der Überseefunkstelle ist die Aufnahme der überseeischen Wetternachrichten, die zu bestimmten Zeiten auf bestimmten Frequenzen durch Kurzwellensender ausgestrahlt werden. Diese Meldungen werden der Deutschen Seewarte zugeleitet, die sie für die Wetterberatung auswertet und in Sammelfunksprüchen den Luftfahrzeugen durch die Überseefunkstelle zugehen läßt. Dieser Verkehr stellt besondere Anforderungen an die Geschicklichkeit und Erfahrung des Funkpersonals. Mit Rücksicht auf die Gewichtsverhältnisse verbietet es sich, den Luftfahrzeugen größere Sende- und Empfangseinrichtungen mitzugeben. Die Sendeeinrichtungen der Weitstreckenflugzeuge verfügen über Kurzwellensender von 20 bis allerhöchstens 70 W Leistung[1]). Die Kurzwellenstationen der Luftschiffe besitzen eine Leistung von 70 bis 200 W. Unter Berück-

[1]) R. Brüger, S. 915 dieses Heftes.

Digitized by Google

sichtigung der mit diesen Geräten zu überbrückenden Entfernungen erkennt man, daß an die in der Bodenfunkstelle der Heimat eingesetzten Empfangseinrichtungen besondere Anforderungen gestellt werden müssen.

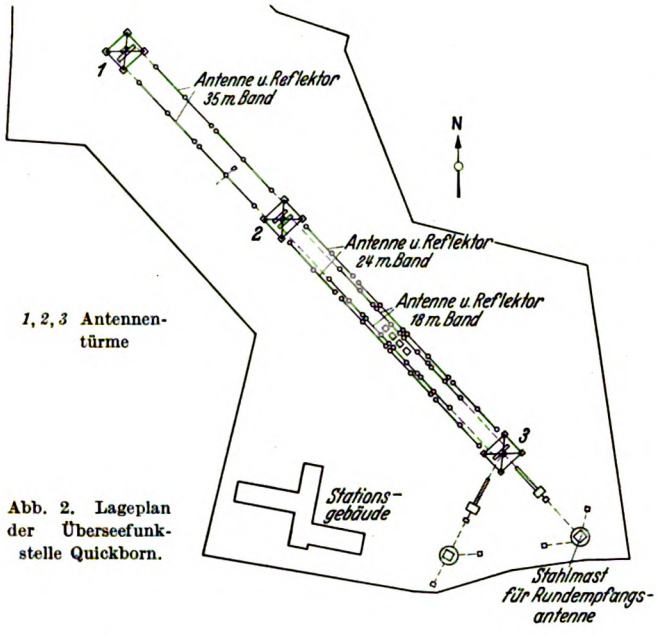


Abb. 2. Lageplan der Überseefunkstelle Quickborn.

Die festen ausländischen Gegenfunkstellen liegen in Portugal, auf den Kap-Verdischen Inseln, auf den Flugzeugstützpunkten an der Westküste von Nordafrika und an der Ostküste von Südamerika sowie in Rio de Janeiro. Der Funkverkehr mit diesen Stationen erstreckt sich auf die Abgabe der Wetterberatungen der Deutschen Seewarte, die Aufnahme von Betriebsmeldungen, Geräteanforderungen u. ä. Außerdem unterstützen diese Stationen die Überseefunkstelle Quickborn bei der Beschaffung der überseeischen Wettermeldungen.

Nach behelfsmäßiger Unterbringung des Überseefunkdienstes in den Jahren 1928 bis 1933 wurde im Jahre 1934 mit dem Bau einer besonderen Überseefunkstelle in Hamburg-Quickborn begonnen und am 1. 1. 1935 der Betrieb in den ersten neuen Räumen aufgenommen. Es handelt sich hierbei um die Flugsicherungs-Leitstelle mit allen erforderlichen Funkempfangseinrichtungen, während die Sender in der für Hamburg zuständigen Senderzentrale Hamburg-Pinneberg untergebracht sind.

In Abb. 1 ist ein Grundriß der Arbeitsräume der Empfangsstelle dargestellt. Im Mittelteil befinden sich der Fernschreibraum, der Stanzraum und das Vermittlungspult, auf dem die gesamten Fernsprechleitungen und Tastleitungen enden. In dem einen Flügel sind die Hilfsgeräte, wie Diesel-Notstromanlage, Werkstatt und Büroräume untergebracht, im zweiten Flügel sind die zehn Arbeitsplätze des Überseedienstes untergebracht und im dritten Flügel die Arbeitsplätze für die Wetteraufnahme. Im Jahre 1935 wurden Richtempfangsantennen für den Verkehr nach Südamerika errichtet. Sie beherrschen praktisch die gesamte Flugstrecke nach Südamerika. Z. Z. ist zur Vorbereitung der Nordamerika-Unternehmungen mit dem Bau von Richtempfangsantennen für Funkverkehr nach Nordamerika begonnen worden. In Abb. 2 ist die Anordnung der Richtantennen wiedergegeben. Die Luftleiteranlagen sind zwischen drei Türmen aufgehängt. Zwischen Turm *1* und *2* sind die Richtantennen für das 35 m-Wellenband gespannt, während zwischen Turm *2* und *3* die Richtantennen für das 18- und 24 m-Wellenband untergebracht sind. Die zwischen Turm *2* und *3* befindlichen vier Strahlwände teilen sich so auf, daß die beiden inneren Antenne und Reflektor des 18 m-Bandes sind, während die beiden äußeren Antenne und Reflektor des 24 m-Bandes sind.

Um die Richtantennen möglichst gut auszunutzen, sind sie nicht in der bisher üblichen Weise mit Transformatorkopplung unmittelbar auf die einzelnen Empfänger, sondern mit den beiden Strahlwänden getrennt, auf sogenannte Röhrenkopplungen geschaltet. Diese gestatten den gleichzeitigen Anschluß von drei Empfängern derart, daß ein vollkommener Richtempfang aus Südamerika und z. B. Ostasien beliebig durchgeführt werden kann, d. h. mit dem 18 m-Band kann gleichzeitig z. B. mit einer Wellenlänge von 17,5 m aus Südamerika, mit einer Wellenlänge von 18,0 m aus Ostasien und mit einer Wellenlänge 18,2 m z. B. wieder Südamerika empfangen werden. In gleicher Weise sind die Röhrenkopplungen der Strahlwände für das 24 m- und 35 m-Band eingerichtet.

Um außer dem von der Richtantenne bevorzugten Gebiet auch sämtliche anderen Gebiete des Erdballs zu empfangen, wurden für die obengenannten Wellenbänder besondere Rundempfangsantennen errichtet. Als Empfänger werden Neunröhren-Zwischenfrequenzempfänger mit einem Wellenbereich von 1500 bis 23 000 kHz (13 bis 200 m) benutzt[2]).

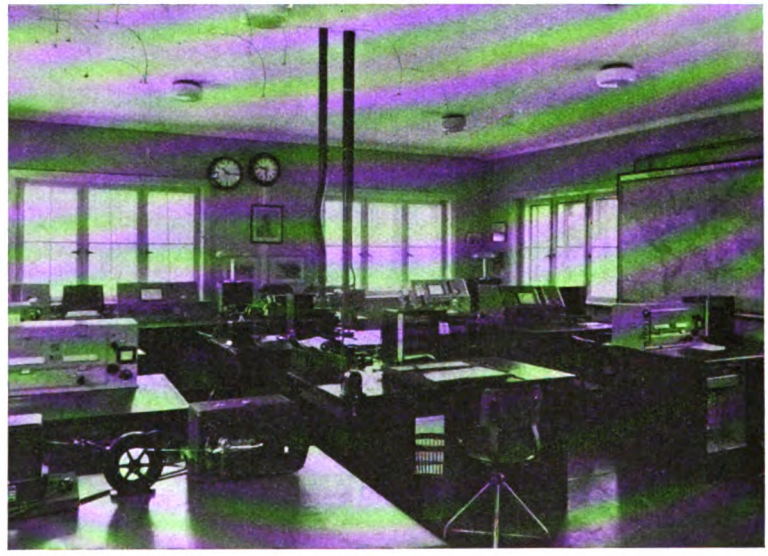


Abb. 3. Betriebsraum der Überseefunkstelle Quickborn.

Die Einrichtung des Betriebsraumes zeigt Abb. 3. In der Mitte dieses Raumes befindet sich der von einem Hauptwachleiter und einem zweiten Beamten besetzte Wachleiterplatz. Zu ihm werden sämtliche von Übersee kommenden Telegramme geleitet. Hier werden sie gebucht und mittels Rohrpost in den Fernschreibraum zur weiteren Erledigung geschickt. Außerdem werden auf dem Hauptwachleiterplatz die Bewegungsvorgänge der Luftfahrzeuge überwacht und die Kurzwellen-Ausbreitungserscheinungen auf große Entfernungen ständig statisch festgehalten. In Abb. 4 ist eine Standortkarte der zweiten Südamerikareise des Luftschiffes „Graf Zeppelin" vom Jahre 1937 wiedergegeben mit gleichzeitiger Angabe der Empfangslautstärke des Luftschiffes auf der Überseefunkstelle

[2]) Spez. 801 Gr (2 HF + 1 Ü + 3 ZF + 1 ZGl + 1 NF + 1 Regelspannungsstufe).

Digitized by Google

Quickborn und umgekehrt. Abb. 5 zeigt die gleiche Karte von der letzten unglücklich beendeten Reise des Luftschiffes „Hindenburg".

Um innerhalb des Gebäudes der Überseefunkstelle selbst eine möglichst reibungslose Beförderung sämtlicher Meldungen zu erreichen, sind die wichtigsten Räume

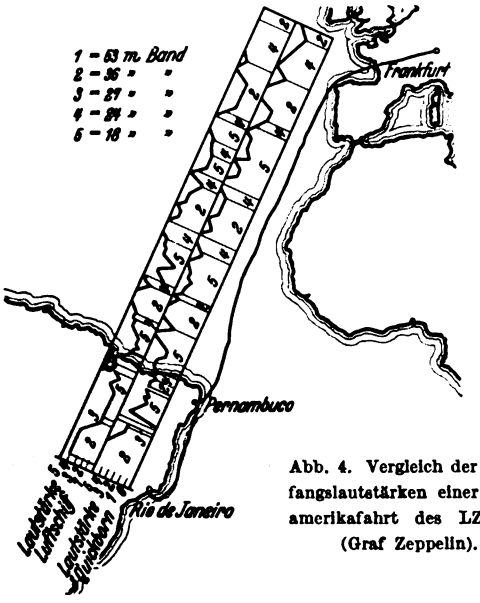


Abb. 4. Vergleich der Empfangslautstärken einer Südamerikafahrt des LZ 127 (Graf Zeppelin).

durch eine Rohrpostanlage miteinander verbunden. Außerdem gehen von den Wetterempfangsräumen umfangreiche Förderbandanlagen zu dem Vermittlungspultraum, der seinerseits mit Rohrpost- und Förderbandanlagen sämtliche Arbeitsplätze im Stanzraum, Fernschreibraum und Überseeraum erreichen kann. Die Überseefunkstelle Quickborn erhält ihre gesamten abzusetzenden Meldungen über das Fernschreibnetz der Reichsflugsicherung, über das auch die in Quickborn eingehenden Meldungen an die Empfänger weitergegeben werden[3]).

Der Betriebsempfang der Überseefunkstelle hat sich in den letzten Jahren erheblich gesteigert. Während im Jahre 1934 ein Monatsdurchschnitt von etwa 30 000 Wörtern von und nach Übersee auszuweisen war,

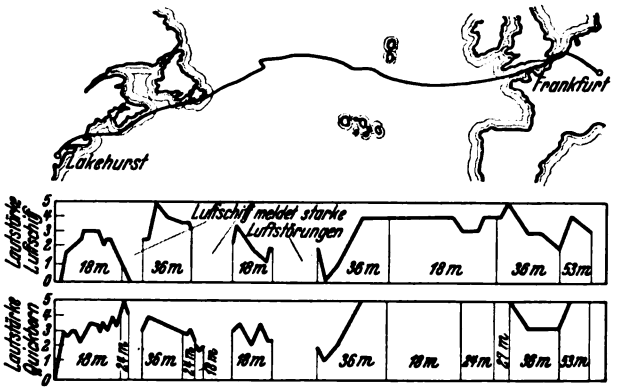


Abb. 5. Vergleich der Empfangslautstärken der letzten Nordamerikafahrt des LZ 129 (Hindenburg).

stieg diese Zahl im Jahre 1935 auf rund 70 000 Wörter. Eine weitere Steigerung trat ein, als die Richtantennen in Betrieb kamen und dadurch praktisch keine Schwierigkeiten mehr in der Verkehrsabwicklung auftraten. Ihre höchste bisherige monatliche Betriebsleistung hatte die Überseefunkstelle im April 1937 mit mehr als 500 000 verarbeiteten Wörtern aufzuweisen.

[3]) F. Hentschel, S. 898 dieses Heftes.

Funksenderzentralen der Reichsflugsicherung.

Von L. Benkert, Luftamt Münster.

621. 396. 933. 1

Die für den Funkbetrieb der Reichsflugsicherung benötigten Sender sind zur Gewährleistung größtmöglicher Betriebssicherheit in besonderen Sendestellen und Senderzentralen zusammengefaßt; die abzuwickelnden Dienste, Senderleistungen und Wellenbereiche sind folgende:

a) Streckenfunkverkehr.

Langwellensender: 1,5 kW, Wellenbereich 255 bis 290 kHz, für europäischen Auslandsfunk;
Kurzwellensender: 1,5 bis 20 kW, Wellenbereich 7000 bis 17 000 kHz, für europäischen und außereuropäischen Auslandsfunk, desgl. Verkehr mit Flugsicherungsschiffen (nur Hamburg).

b) Bodenfunk- und Peildienst.

Langwellensender: 0,1 kW, Wellenbereich 320 bis 365 kHz, für Nahverkehrsbezirk,
1,5 kW } Wellenbereich 320 bis 365 kHz,
0,3 kW } für Funkdienst im Flugsicherungsbezirk sowie Verständigung zwischen Bodenfunk- und Peilstellen;
Kurzwellensender: Leistung 1,5 bis 20 kW, Wellenbereich 7000 bis 17 000 kHz, Funkverkehr mit Luftschiff und Flugbooten im Transozeanverkehr (nur Hamburg).

c) Wetterfunkdienst.

Langwellensender: 1,5 kW, Wellenbereich 255 bis 290 kHz, für Regionalwetterausstrahlung,
10 kW, Wellenbereich 255 bis 290 kHz und 89,5 kHz, für Sammelausstrahlung Meteo-Zentral-Europa (nur Berlin-Lindenberg);
Kurzwellensender: 0,8 kW, Wellenbereich 7000 bis 12 000 kHz, Parallelausstrahlung Regionalwetter.

d) Ferneinschaltung Flugstreckenfeuer.

Langwellensender: 1,5 kW, Wellenbereich 255 bis 290 kHz.

e) Navigationsfunkfeuer.

Langwellensender: 1,5 kW, Wellenbereich 255 bis 290 und 320 bis 365 kHz.

Für die Erkundung eines geeigneten Standortes einer Senderzentrale sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

Eignung des Baugrundes für die Aufstellung der Gebäude und besonders der freitragenden Luftleitertürme, sowie für das Verlegen der Erdnetze (Fundierungs- und Planierungsarbeiten);

hochfrequenztechnische Eignung (störungsfreies Abstrahlen von Kurz- und Langwellen);

Digitized by Google

günstige, nicht hindernde Lage zu den Hauptanflugrichtungen benachbarter Flughäfen (Vermeidung von Luftfahrthindernissen);
fliegerisch günstige Lage für die Aufstellung eines Navigationsfunkfeuers;
Anschlußmöglichkeiten an Postkabel und Wasserleitung;
Anschlußmöglichkeit an ein betriebssicheres Hochspannungsnetz (zur Vermeidung häufigen Stromausfalls);
tragbarer Geländepreis;
hinreichend gute Verkehrsverbindung.

Die Eignung des Baugrundes wird bei der Planung durch mehrere Geländebohrungen geprüft. Die hochfrequenztechnische Eignung wird an Hand von Strahlungsdiagrammen festgestellt, die durch ein Meßflugzeug unter Verwendung kleiner auf dem Gelände aufgestellter Kurz- und Langwellensender aufgenommen werden. Das Gelände muß groß genug sein, um außer der Fläche für Luftleiter, Türme und Erdnetze noch Raum für die Aufstellung der Kurzwellen-Luftleiter und der Hindernisbefeuerung zu bieten. Außerdem werden nach Möglichkeit auf dem gleichen Gelände Dienstwohnhäuser für das Personal untergebracht. Den Grundriß eines Geländes mit Erdnetzen, Luftleiter-Abstimmhäuschen, Sendergebäude usw. zeigt Abb. 1.

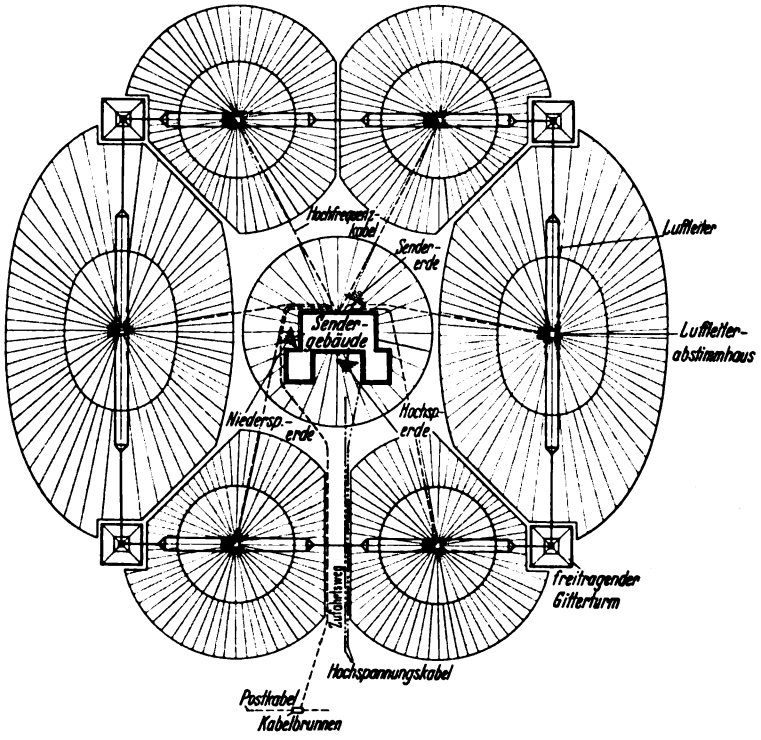


Abb. 1. Luftleiter und Erdnetz.

Abb. 2 zeigt den Grundriß eines Sendergebäudes der neuesten Ausführungsform. Der Hauptteil des Gebäudes ist der eigentliche Sendersaal, in dem sämtliche Sender in übersichtlicher Form aufgestellt werden. Den Blick in einen Sendersaal zeigt Abb. 3. An der Längswand sieht man einen Verteiler für Hochfrequenzkabel, an dem die einzelnen Luftleiterzuleitungen wahlweise an verschiedene Sender angeschlossen und so die Luftleiter vertauscht werden können. In der Mitte des Raumes steht ein Überwachungspult (Abb. 4), auf dem neben Fernsprechern Instrumente für die Überwachung der Ferntastleitungen sowie die Bedienungselemente für die ferngesteuerten Antennenerdungsschalter eingelassen sind. In die Seitenteile des Schaltpultes sind Druckknopfschalter mit Rückmeldelampen für die Ein- und Ausschaltung der Sender (parallel zu der Fernschaltung vom Flughafen aus) eingebaut.

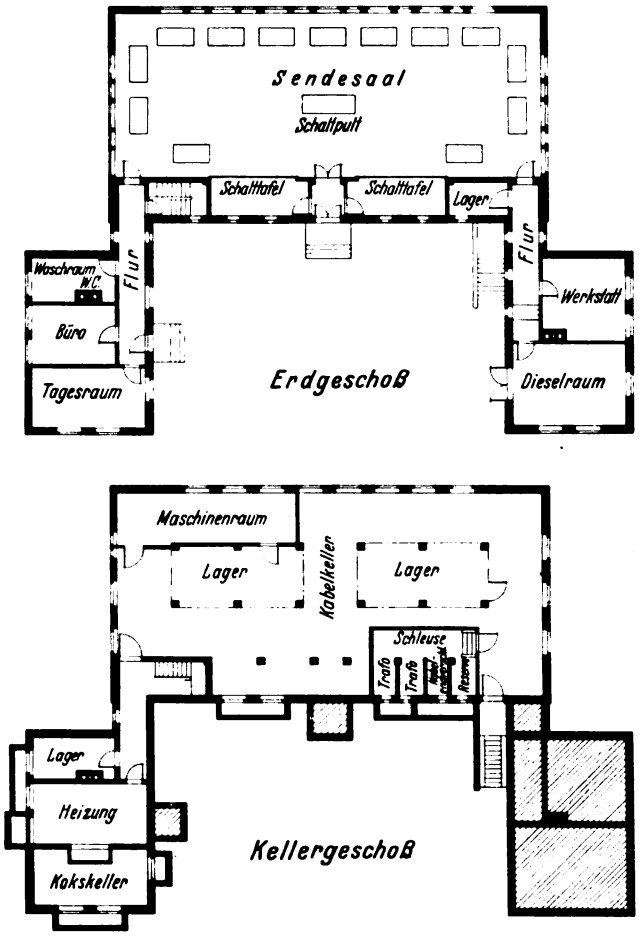


Abb. 2. Gebäudegrundrisse einer Senderzentrale der Reichsflugsicherung (Einheitsbaumuster II).

Der Sendersaal ist unterkellert. Die gesamten Kabel und Leitungen sind an der Kellerdecke auf besonderen Kabelbahnen leicht zugänglich und übersichtlich verlegt. Den Sendern gegenüber sind die Schalttafeln für Hoch- und Niederspannungsverteilung mit Zugang von rückwärts in die Wand eingelassen.

An den Sendersaal schließen sich beim ersten Baumuster[1]) der Transformatorenraum und der Umformersaal an, in dem auch der Notstrom-Dieselsatz aufgestellt ist. Bei der neueren Bauausführung liegen diese beiden Räume im Keller unter dem Sendersaal. Der Maschinenraum ist neuerdings bedeutend kleiner gehalten, da man an Stelle der umlaufenden Umformersätze mehr und mehr zur Verwendung von Gleichrichtern für die Lieferung von Anodenspannung und Heizstrom für die Senderöhren übergeht. Die Gleichrichter sind mit dem Sender zu einem Ganzen vereinigt. Die übrigen Räume enthalten Werkstatt, Aufenthaltsraum für das Personal, Arbeitsraum für den Leiter der Zentrale, sanitäre Anlagen und Werkstoff- und Ersatzteillager.

Das Grundschaltbild der Stromversorgung einer Senderzentrale stellt Abb. 5 dar. Der Hochspannungsanschluß ist über ein oder mehrere Kabel sichergestellt. Die Kabel endigen im Transformatorenraum, der in der üblichen Form neuzeitlicher Hochspannungs-

[1]) H. J. Zetzmann, Draht und Äther 6 (1936) H. 5/6, S. 60.

Digitized by Google

schaltanlagen entsprechend den VDE-Vorschriften angelegt ist. Es werden Transformatoren mit verschiedenen Leistungen von insgesamt 80 bis 200 kVA verwendet. Die Hochspannungsschalter werden über Gestängeantriebe von der Vorderfront der Schalttafeln, also vom Sendersaal aus bedient. Kabelleitungen führen zu den Niederspannungs-Schalttafeln mit den erforderlichen Überwachungsinstrumenten, von denen aus die Stromverteilung zu den Sendern und den übrigen Stromverbrauchern erfolgt.

Abb. 3. Blick in einen Sendersaal (Köln).

Ein besonderes Feld dieser Schalttafeln ist für die Umschaltung vom Netz auf Notstromversorgung vorgesehen. Die Notstromanlage besteht aus einem Dieselmotor von 200 PS mit direkt gekuppeltem Drehstromgenerator. Der ganze Satz ist auf einem besonders durchgebildeten Fundament unter Verwendung von Federstoßdämpfern schwingend aufgestellt, wodurch die Übertragung der Erschütterungen des laufenden Dieselmotors auf das Gebäude mit Sicherheit vermieden ist. Der Dieselmotor wird bei Netzausfall teils selbsttätig, teils von Hand angelassen; das Einregeln des Drehstromgenerators auf Nennfrequenz (Drehzahlregelung des Dieselmotors) und auf Nennspanung kann mit Fernsteuerung von der Niederspannungsschalttafel aus vorgenommen werden. Für die Zeitspanne des Netzausfalls wird eine Notbeleuchtung aus einer besonderen Sammlerbatterie selbsttätig eingeschaltet.

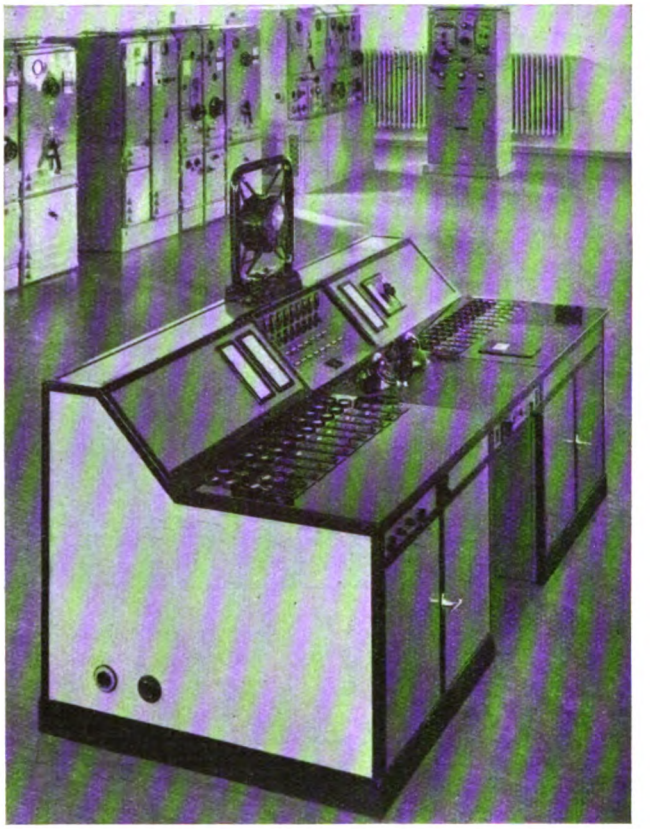


Abb. 4. Überwachungspult mit Schaltuhr für Navigationsfunkfeuer (Köln).

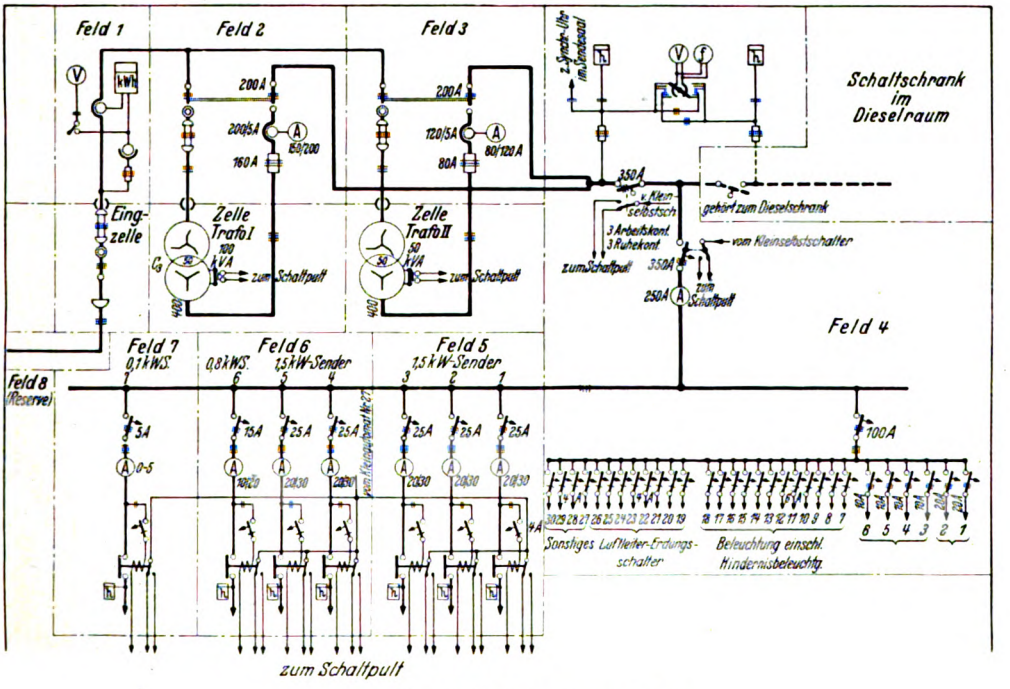


Abb. 5. Grundschaltbild der Stromverteilung.

Zwischen den freitragenden Eisengittertürmen sind insgesamt sechs Luftleiter ausgespannt, und zwar jeweils gegenüberliegend ein großer 120 m

Digitized by Google

langer dreidrähtiger Luftleiter oder zwei kleinere 50 m lange. Die kleineren Luftleiter sind abwechselnd drei- und vierdrähtig, um eine Auswahl verschiedener Kapazitätswerte zu erhalten.

Dem Flugsicherungsverkehr steht auf Grund zwischenstaatlicher Abmachungen das verhältnismäßig schmale Frequenzband von 255 bis 365 kHz zur Ver-

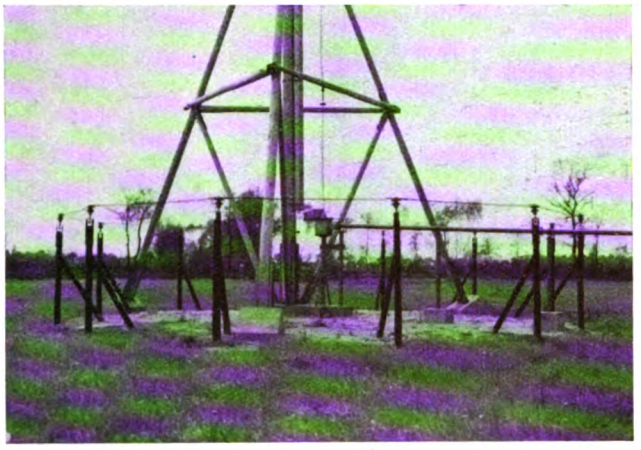


Abb. 6. Fußpunkt eines durch Längenänderung abstimmbaren Kurzwellen-Luftleiters (Pinneberg).

fügung. Die in der Senderzentrale zusammengefaßten Sender arbeiten deshalb mit nahe beieinander liegenden Wellenlängen. Das bringt die Gefahr gegenseitiger Beeinflussung der Sender mit sich, besonders da es sich mit Rücksicht auf die verwendeten Wellenlängen nicht durchführen läßt, die Kopplungserscheinungen (Strahlungskopplung) durch Auseinanderbringen der Antennen um mehr als $^1/_6$ der Wellenlänge zu vermindern. Man kann jedoch die Beeinträchtigung auf ein ausreichendes Maß beschränken, wenn man z. B. die galvanische Verkopplung vermeidet, indem man jedem Luftleiter ein besonderes, von den übrigen getrenntes Erdnetz zuordnet und die Energiezuführung zum Luftleiter über besondere Hochfrequenzkabel vornimmt (vgl. Abb. 1). Deshalb steht bei den Senderzentralen der Reichsflugsicherung senkrecht unter der Mitte jeder Antenne und zugleich im Mittelpunkt des dazugehörigen Erdnetzes ein Abstimmhäuschen, in dem das von der Zentrale kommende Hochfrequenzkabel endigt und von dem aus die reusenförmige Zuführung, an einem Pfosten mit Hörnerblitzschutz abgefangen, senkrecht nach oben zum Luftleiter führt. Im Abstimmhaus befinden sich die Einrichtungen zur gegenseitigen Anpassung von Luftleiter und Hochfrequenzkabel. Die Erdnetze sind in einer Tiefe von 30 bis 50 cm verlegt und in der Mitte beim Abstimmhaus jeweils mit einer tiefgebohrten Grundwassererde verbunden.

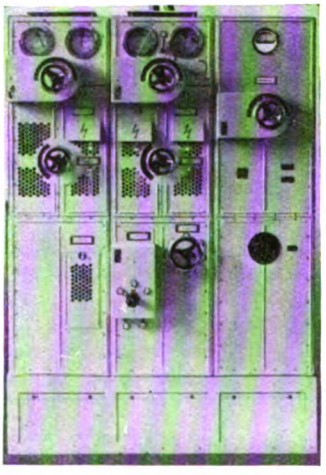


Abb. 7. Älterer Langwellensender mit nachträglich angebauter Fernsteuerung (München).

Für die Kurzwellenausstrahlung (Streckenfunkdienst, Wetterausstrahlung, Überseefunkdienst) werden u. a. Vertikalantennen verwendet, die durch mechanische Längenänderung auf ein Viertel der benutzten Wellenlänge abgestimmt und gegen ein auf Pfählen ausgespanntes, strahlenförmiges Gegengewicht erregt werden. Die Speisung erfolgt über Hochfrequenzkabel. Auf besondere Anpassung kann verzichtet werden, da es möglich ist, den Wellenwiderstand der Zuleitung durch entsprechende Bemessung der Speisekabel dem Strahlungswiderstand der Viertelwellenantennen (rd. 37 Ω) anzugleichen. Abb. 6 zeigt den Fußpunkt eines solchen Kurzwellenluftleiters mit dem Gegengewicht. In dem topfähnlichen Gehäuse befindet sich die Umlenkrolle für den Luftleiterdraht, der mittels ferngesteuerter Haspel in das nach rechts weggehende Rohr hineingezogen wird.

Die zwischenstaatlich für den Flugzeugfunkverkehr festgelegten Betriebsverfahren erfordern wiederholten Wellenwechsel während der Verkehrsabwicklung. Da für den Wellenwechsel nur wenige Sekunden zur Verfügung stehen, Umschaltung von Hand somit ausscheidet, wurden Einrichtungen geschaffen, die das Einstellen auf die gewünschte Wellenlänge, das Ein- und Ausschalten des Senders, die Wahl der Betriebsart (tonlos, tönend, Telephonie) und die Veränderung der Senderenergie von den die Sender tastenden Flugsicherungsstellen auf dem Flughafen (Bodenpeilstelle, Betriebszentrale) aus gestatten. In Abb. 7 ist eine Ausführungsform der Antriebsteile der Frequenzfernwahl erkenntlich, wie sie nachträglich an vorhandene Sender angebaut wurden (kleine, von Nockenscheiben gesteuerte Elektromotoren mit Schneckengetriebe, die die Abstimmelemente bewegen). Abstimmung von Hand ist ebenfalls möglich. Eine andere Art der Fernabstimmung, die in einzelnen Fällen bei älteren, einstufigen Sendern angewendet wird, schaltet Kapazitäten oder Induktivitäten zu oder ab mit Hilfe von Schaltrelais. Bei den neuesten, für die besonderen Flugsicherungsbedürfnisse noch in Entwicklung befindlichen Sendern sind die Einrichtungen für Fernwahl, Fernschaltung usw. bereits im Sender selbst enthalten.

Die als Navigationsfunkfeuer eingesetzten Sender werden selbsttätig getastet. Die Sender sind in ihrem betrieblichen Arbeiten in Gruppen zusammengefaßt

Zahlentafel 1. Einsatz von Lang- und Kurzwellensendern in Senderzentralen der Reichsflugsicherung.

Senderzentrale	Langwellensender		Kurzwellensender	
	Leistung kW	schaltbarer Wellenbereich kHz	Leistung kW	schaltbarer Wellenbereich kHz
Berlin-Lindenberg	10,0	85 ··· 95	1,2	5868
		250 ··· 375	0,8	3000 ··· 17 600
	2	200 ··· 360		
	1,5	89 ··· 115		
		210 ··· 365		
	1,5	100 ··· 600		
	0,8	212 ··· 360		
	0,1	261 ··· 350		
	0,1	200 ··· 1200		
Hamburg-Pinneberg	1,5	100 ··· 600	20	4100 ··· 18 000
	1,5	200 ··· 1200	1,5	1090 ··· 6700
	1,5	100 ··· 600	1,3	3300 ··· 20 000
	0,3	100 ··· 600	0,8	3000 ··· 27 000
	0,1	200 ··· 1200	0,3	3900 ··· 18 000
	0,1	200 ··· 1200		
	0,1	200 ··· 1200		
Köln-Dellbrück	1,5	100 ··· 600	—	—
	1,5	100 ··· 600		
	1,5	100 ··· 600		
	1,5	100 ··· 600		
	1,5	100 ··· 600		
	0,1	200 ··· 1200		
	0,1	200 ··· 1200		
Königsberg (Pr.) (Pr. Eylau)	1,0	120 ··· 500	—	—
	0,3	240 ··· 400		
	0,2	540 ··· 1000		
	0,1	200 ··· 1200		
München-Freimann	1,5	100 ··· 600	1,5	1090 ··· 6700
	1,5	100 ··· 600		
	1,5	100 ··· 600		
	0,8	100 ··· 600		
	0,8	100 ··· 600		
	0,1	200 ··· 1200		
	0,1	200 ··· 1200		

Digitized by Google

(Berlin - München - Köln, Königsberg - Breslau - Hamburg, Hannover-Stuttgart-Brüssel) und senden in bestimmter Reihenfolge in Abständen von 2 min jeweils 1 min lang Dauerstrich mit eingestreuten Funkrufzeichen.

Das Ein- und Ausschalten des Funkfeuers wird von einer Präzisionsschaltuhr vorgenommen, die in Abb. 4 auf dem Überwachungspult stehend sichtbar ist. Für die Tastung des Kennzeichens und des Dauerstriches wird zusammen mit dem Sender ein Kennungsgeber eingeschaltet, der aus einem vom Motor und Nockenscheiben betätigten Tastkontakt besteht.

Eine Übersicht über den Sendereinsatz bei den bereits bestehenden Senderzentralen der Reichsflugsicherung gibt Zahlentafel 1; bei den Sendestellen sind im allgemeinen 1 bis 2 Sender von 0,1 bis 0,3 kW Leistung mit einem Bereich von 250 bis 365 kHz eingesetzt. — Neue Senderzentralen sind in Frankfurt/Main, Hannover, Breslau, Stuttgart und Nürnberg im Bau.

Befeuerungsanlagen für Flughäfen und Flugstrecken.

Von F. Nickel, Reichsluftfahrtministerium, Berlin.

621. 32 : 656. 7. 05

Der größte Feind jeglichen Verkehrs ist schlechte Sicht, die durch Dunkelheit oder meteorologische Umstände verursacht sein kann. Bei Dunkelheit läßt sich diesem Nachteil durch den Einbau von Befeuerungs- und Beleuchtungseinrichtungen abhelfen, die seit Einführung des regelmäßigen Nachtflugbetriebes in großzügiger Weise ausgebaut worden sind. Tritt aber eine Sichtverschlechterung ein, die durch Nebel, Dunst, Regen oder Schneetreiben verursacht wird, so werden die Hilfsmittel der Befeuerung oder Beleuchtung in ihrer Wirkungsweise

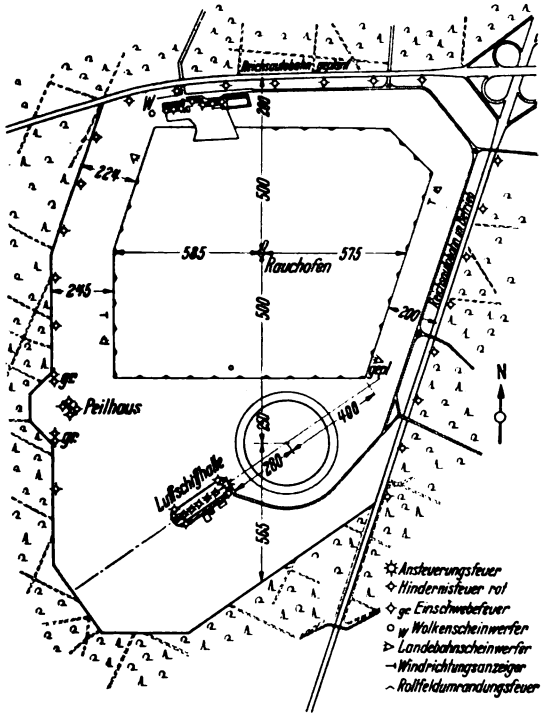


Abb. 1. Befeuerungseinrichtungen eines großen Verkehrsflughafens (Frankfurt a. M.).

geschwächt. Es ist daher eine Grundaufgabe der Befeuerungstechnik, die Leuchten der Luftfahrtfeuer so zu gestalten und von Fall zu Fall in Ergänzung zu den funkelektrischen Flugsicherungseinrichtungen so einzusetzen, daß sie auch bei ungünstigen Sichtverhältnissen noch einen verhältnismäßig hohen Wirkungsgrad haben, der durch die Wahl einer zweckentsprechenden Lichtstärke (Optik), Kennung, Färbung, Blendungsfreiheit usw. erreicht werden kann. Durch die Befeuerung soll allgemein ein Zweck erreicht werden, der im regelmäßigen Luftverkehr nicht unterschätzt werden darf, nämlich: Herabsetzung der Kunst des Fliegens bei Dunkelheit unter normalen Witterungsverhältnissen zu einem einfachen Navigationsvorgang, bei dem die Nerven des Flugzeugführers geschont werden, ohne die Flugsicherheit dabei herabzusetzen.

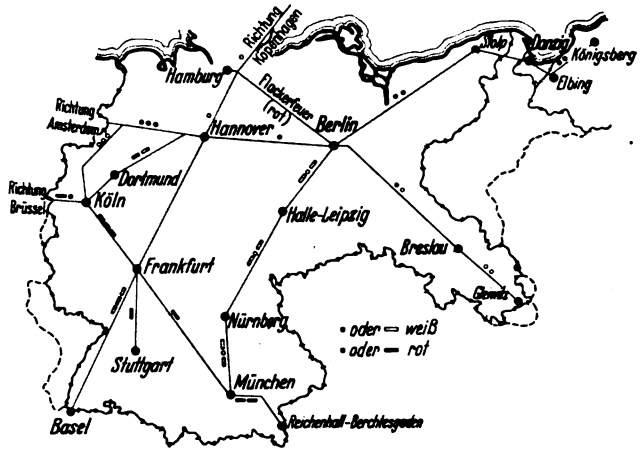


Abb. 2. Zusätzliche Kennungen der Befeuerung der deutschen Nachtflugstrecken.

Dem Zweck entsprechend wird unterschieden zwischen Flughafenbefeuerung, die der Erleichterung von Start und Landung dient, und Flugstreckenbefeuerung, die die Durchführung des eigentlichen Streckenfluges erleichtert. Zur Flughafenbefeuerung gehören Ansteuerungsfeuer, Platzfeuer, Hindernisfeuer, Umrandungsfeuer, Einschwebefeuer, Landebahnscheinwerfer, Landebahnfeuer, leuchtender Windanzeiger oder Landerichtungsanzeiger, Verkehrsregelungsfeuer und Wolkenscheinwerfer. Durch besondere Maßnahmen müssen die Landungs- bzw. Startflächen selber so kenntlich gemacht werden, daß ihre besonderen Eigenarten einschließlich der der näheren Umgebung dem Auge sichtbar werden — z. B. die Begrenzung des Rollfeldes, die Einschwebe- und Landerichtung, die Hindernisse auf dem Rollfeld und in seiner Nähe usw.

Dieser Umfang an Befeuerungseinrichtungen genügt im allgemeinen noch nicht für Häfen, die bei allen Wetterlagen angeflogen werden sollen. Zusätzlich müssen Einrichtungen vorhanden sein, die zur Unterstützung des Anfluges eines Hafens bei schlechten Sichtverhältnissen geschaffen sind. Hierzu gehört u. a. je eine befeuerte Anflugbahn von rd. 5 km Länge in jedem Schlechtwetter-Anflugsektor, Verstärkung der Umrandungsbefeuerung auf 300 bis 400 m Breite in jedem Anflugsektor durch den

Digitized by Google

Einbau der Umrandungsfeuer in nur 25 m Abstand untereinander, Einbau eines oder mehrerer leuchtender Rollstreifen im Sinne einer verbesserten Landebahnbefeuerung. Derartige Einrichtungen sind z. Z. auf einigen deutschen Flughäfen in Angriff genommen.

Um einem stärkeren Verkehr auf den Flughäfen auch nachts Rechnung zu tragen, tritt die Landebahnbeleuchtung immer mehr in den Vordergrund. Durch Einbau mehrerer festeingestellter Landebahnscheinwerfer auf den Flughäfen kann auch bei ständig wechselnden Windrichtungen eine stete Einsatzbereitschaft für den Landebetrieb gewährleistet werden. Die endgültige Wind- und Landerichtung geben die leuchtenden Landerichtungsanzeiger an. Art und Umfang der Befeuerung eines Streckenabschnitte geeignet ist. Die verschiedenen Kennungen sind aus Abb. 2 ersichtlich. Der vollständige Ausbau der Streckenabschnitte mit Zusatzfeuern wird im Jahre 1938 beendet sein. — Gleichzeitig wird durch die Stellung der Zusatzfeuer zu den Hauptfeuern in großen Zügen der Verlauf der Strecke und die Richtung angegeben, in der der nächste Endhafen des zugehörigen Streckenabschnittes zu finden ist.

Bemerkenswert sind ferner Hindernisfeuer, die zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen dienen, deren Ausdehnung nach oben durch Feuer nicht angedeutet werden kann. An Stelle der sonst grundsätzlich oben am Hindernis vorhandenen roten Festfeuer werden alsdann am Fuße des Hindernisses mindestens zwei, oftmals

Abb. 3. Befeuerte Flugstrecken und Flughäfen.

Flughafens sind in den Grundzügen aus Abb. 1 erkennbar. Als Muster ist der Flughafen von Frankfurt/Main (Rhein/Main) zugrunde gelegt[1]).

In der Flugstreckenbefeuerung sind es die Hauptfeuer und — soweit in einigen Fällen heute noch ein Bedürfnis besteht — die Zwischenfeuer, die das eigentliche Gerippe einer Streckenbefeuerung ausmachen. Da verhältnismäßig große Lichtstärken verlangt werden, müssen Leuchten mit Drehoptik verwendet werden. Dadurch ist die Möglichkeit, verschiedene markante Kennungen mit verschiedenen Leuchten zu zeigen, um z. B. Strecken oder Streckenabschnitte unterscheidbar zu machen, nicht gegeben. Sämtliche Hauptfeuer der deutschen Nachtflugstrecken haben daher ein und dieselbe Kennung erhalten, und zwar: Schein 0,2 s, Pause 3,8 s, Wiederkehr 4,0 s.

Das Fehlen der besonderen Kennungen auf allen Strecken muß anderweitig wieder gutgemacht werden. Die deutschen Nachtflugstrecken werden daher z. Z. mit Zusatzfeuern ausgerüstet, d. h. mit leuchtschwächeren Feuern, die in 50 bis 150 m Abstand vom Hauptfeuer stehen und eine Kennung erhalten, die zur Unterscheidung der auch mehr, im Abstand von etwa 400 m unter sich gleichgängig laufende rote Blinkfeuer angebracht. Die Luftleiteranlagen verschiedener größerer Funksendestellen wurden mit derartigen Feuern ausgerüstet, wobei je nach Größe der Anlage zwischen 2 und 6 Feuer verwendet wurden.

In Verbindung mit der Streckenbefeuerung steht die Einrichtung von Streckenlandeplätzen. Es sind dies betriebsfertig bereitgestellte Gelände, die auch des Nachts im Notfall für Landungen und Starts geeignet sind. Derartige Landeplätze sind längs der befeuerten Nachtflugstrecken in Abständen von 70 bis 90 km vorhanden. Am Tage sind sie durch ein Landezeichen in der Mitte des Platzes und in der Nacht durch die aufgestellte Reihe der Landebahnfeuer kenntlich. Künftig werden die Plätze noch Platzfeuer erhalten, um sie unabhängig von der Wachsamkeit des Platzwartes, der sich bei Annäherung eines Flugzeuges durch Lichtblinke oder das Abschießen von Leuchtkugeln bemerkbar machen soll, leicht auffinden zu können.

Das gesamte deutsche, mit Luftfahrtfeuern ausgebaute Streckennetz umfaßt z. Z. rd. 4230 km mit 165 Hauptfeuern, 2 Zwischenfeuern, 39 Streckenlandeplätzen und 22 befeuerten Verkehrsflughäfen (Abb. 3).

[1]) W. Wegener, ETZ 58 (1937) H. 6, S. 146 u. H. 7, S. 175.

Digitized by Google

Bordfunkgeräte auf Verkehrsflugzeugen.

Von R. Brüger, Deutsche Lufthansa AG., Berlin.

621. 396. 721 : 629. 135

Die Notwendigkeit der Mitführung von Funkgeräten an Bord von Verkehrsflugzeugen ist heute eine allgemein anerkannte Tatsache; sie hat in den meisten luftfahrttreibenden Ländern zu einer gesetzlichen Regelung geführt. Insbesondere dürfen Blindflüge nur von Flugzeugen mit betriebsfähiger Funksende- und Empfangseinrichtung ausgeführt werden. Nach dem Einsatz der Flugzeuge im europäischen Überlandverkehr, im Überseeflug oder sonstigen Weitstreckenverkehr lassen sich die Aufgaben, die mit der Funkausrüstung zu erfüllen sind, in zwei Gruppen einteilen, über die nachstehend an Hand der Ausrüstung der Flugzeuge der Deutschen Lufthansa AG. berichtet werden soll.

Anforderungen an die Bordfunkausrüstung und ihr Aufbau für den europäischen Überlandflug.

Mit der Ausgestaltung der Bodenfunkorganisation im europäischen Luftverkehr sind seit Einführung der Funkgeräte an Bord von Verkehrsflugzeugen von Jahr zu Jahr auch die Anforderungen an die Funkausrüstung gestiegen. Wenn in der ersten Zeit die Mitführung der Funkgeräte

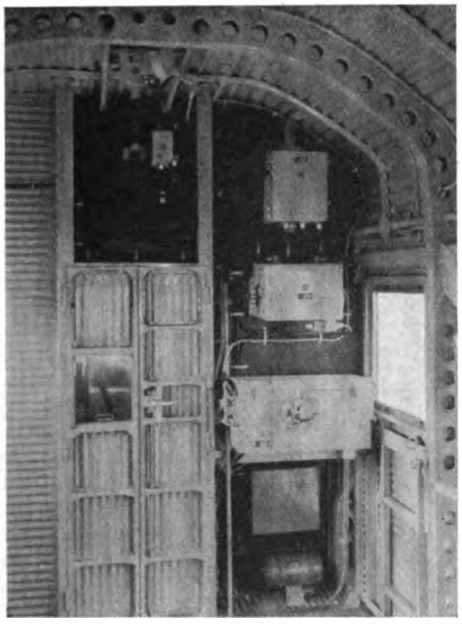


Abb. 1. Fernbediente Sende- und Empfangsgeräte in einer Junkers Ju 52. Im Mittelfeld oben Festantennendurchführung, im rechten Feld oben Umformer für Empfängeranodenspannung, darunter UKW-Landefunkfeuerempfänger, der Peilempfänger und der Langwellensender mit dazugehörigem Anodenumformer.

fast ausschließlich dem Zustandekommen eines Nachrichtenaustausches vom Boden zum Flugzeug diente, so sind heute bei der starken Verdichtung des Streckennetzes und dem Fliegen bei fast jeder Wetterlage besondere Aufgaben für die Navigation von Flughafen zu Flughafen (die Fernnavigation) und für die Durchführung der Landung bei schlechter Sicht (die Nahnavigation) zu erfüllen. Folgende Anforderungen sind heute an die Funkeinrichtung eines im europäischen Überlandflug eingesetzten Verkehrsflugzeuges zu stellen:

a) Mittels tonloser Telegraphie müssen sende- und empfangsmäßig von Flugzeug zu Boden und umgekehrt Reichweiten von 200 bis 250 km im Mittelwellenbereich überbrückt werden können.
b) Für die Fernnavigation müssen Fremd- und Eigenpeilungen über 150 bis 250 km, für nachteffektfreie Fremdpeilungen eine Reichweite von etwa 100 km mit genügender Genauigkeit möglich sein.
c) Für die Nahnavigation im Ultrakurzwellenbereich in 200 m Flughöhe Reichweiten von 30 km.

Diese Mindestforderungen werden erfüllt von einer Funkausrüstung, die sich aus nachfolgenden Teilen zusammensetzt:

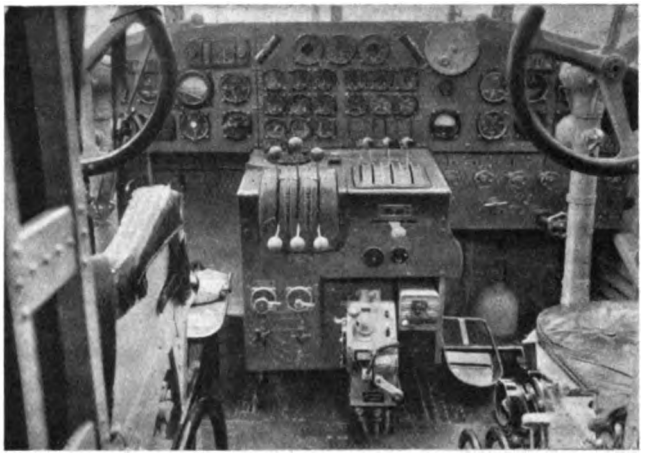


Abb. 2. Führerraum einer Junkers Ju 52 mit Fernbedienungsstellen der Bordfunkausrüstung. In der Mitte unten das Bedienungsgerät für den Peilempfänger, daneben die Taste mit eingebautem Schaltgerät für Langwellensender, rechts oben im Instrumentenbrett der Peilrahmengeber.

Zu a): Für die Abwicklung des Nachrichtenverkehrs vom Flugzeug zum Boden dient ein fremdgesteuerter Sender (Einbau s. Abb. 1 und 2) mit einer Antennenkreisleistung von etwa 30 bis 40 W; er ist fernbedienbar und hat vier ferneinzustellende feste Wellen (333 kHz Hauptverkehrswelle, 327 und 322 kHz Ausweichwellen und 500 kHz für Verkehr mit Seefunkstellen). Die Speisung erfolgt durch die elektrische Anlage des Flugzeuges, für die Heizung unmittelbar, für die Anodenspannung über Anodenumformer, die an das Bordnetz angeschlossen sind. Die aus dem Bordnetz entnommene Leistung beträgt etwa 250 W. Der Sender wird an die Antenne im Hochspannungspunkt angeschaltet. Als Antennen werden eine Schleppantenne mit etwa 70 m langem Draht und eine Festantenne verwendet; sie besteht aus zwei Drähten, die von einem etwa 80 cm hohen Mast auf dem vorderen Teil des Rumpfes in etwa 25 bis 30 cm Abstand zum Leitwerk verspannt sind. Die effektive Höhe der Antenne, die neben der Leistung des Senders in erster Linie maßgebend für die Strahlung und damit für die Reichweite des Senders ist, liegt bei der Schleppantenne je nach der Fluggeschwindigkeit etwa zwischen 3 und 7 m, die der Festantenne etwa bei 1 m. Die Reichweiten, die vom Flugzeug zum Boden mit dem angeführten Sender und der Antennenanlage erzielt werden, betragen unter normalen atmosphärischen Verhältnissen bei Ausbreitung über Land 250 bis 300 km mit der Schleppantenne und 75 bis 100 km mit der Festantenne. Bei Fremdpeilungen, d. h. beim Anpeilen des Flugzeugsenders durch eine Boden-

Digitized by Google

peilstelle, werden Peilreichweiten von etwa 150 bis 200 km über Land erreicht. Bei Ausbreitung über See erhöhen sich diese Werte etwa um 50 %. Die Mitführung beider Antennen ist notwendig, um bei Verlust der Schleppantenne sofort eine Notantenne zur Verfügung zu haben und während des Landevorganges — vor allem bei Landungen bei schlechter Sicht — bis zur durchgeführten Landung einen Nachrichtenaustausch mit dem Boden zu ermöglichen.

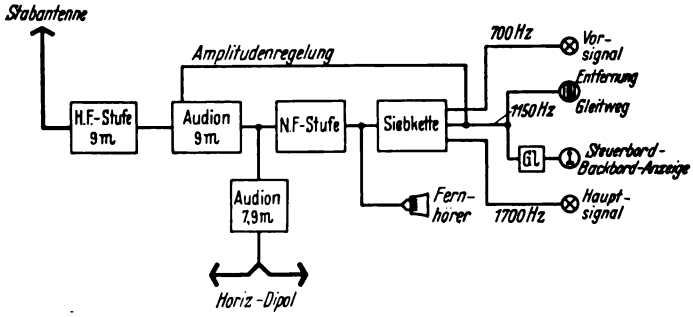


Abb. 3. Grundschaltung eines Bordempfängers für UKW-Landefunkfeueranlagen.

Als Empfänger werden Dreiröhrengeräte mit einstufiger Hochfrequenzverstärkung, Audion und einstufiger Niederfrequenzverstärkung verwendet. An Festantennen werden hiermit Empfangsreichweiten von 400 km und mehr erzielt. Das Gewicht der gesamten Station einschließlich sämtlicher Zubehörteile beträgt nach Einbau etwa 40 kg; die Betriebssicherheit der Geräte ist außerordentlich hoch.

Zu b): In den größeren Flugzeugmustern wird der angeführte Empfänger in jüngster Zeit weitgehend durch ein Empfangsgerät ersetzt, das sowohl als Nachrichten- als auch als Peilempfänger dient. Der Empfänger hat einen Wellenbereich von 165 bis 1000 kHz (300 bis 1800 m); er ist fernbedienbar. Seine Verstärkung ist wesentlich größer als die des normalen Nachrichtenempfängers und damit auch die mit ihm erzielte Reichweite. Als Peilempfänger ist er an einen Rahmen mit einem Durchmesser von 42 cm angeschlossen. Der Rahmen ist ebenfalls fernbedienbar und drehbar über den Bereich von 0 bis 360 °. Es besteht Peilmöglichkeit nach dem optischen, akustischen AN- und Minimum-Verfahren. Die Seitenbestimung ist einfach. Die Peilleistungen sind recht gut. Bei Verwendung von Funkfeuern von etwa 1 kW Leistung werden Peilreichweiten von etwa 500 km bei Minimumbreiten von etwa 3 bis 4 ° erzielt.

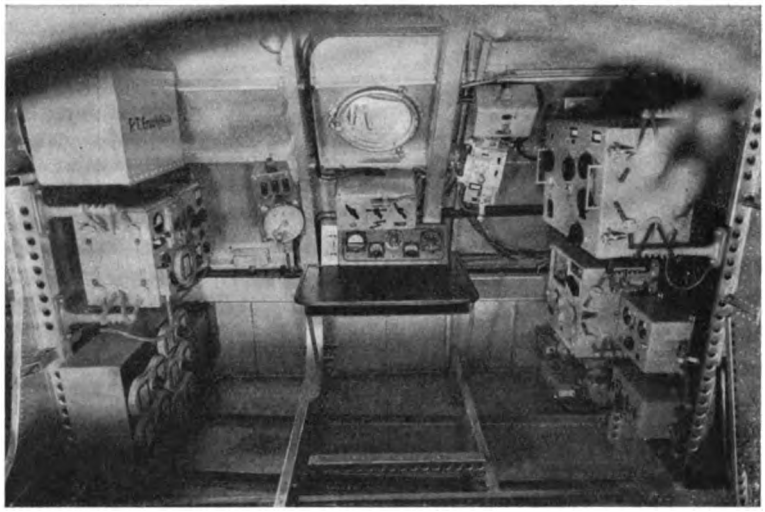


Abb. 4. Funkraum eines im Atlantikdienst eingesetzten Flugbootes Dornier Do 18. An der linken Seite Kurzwellenempfänger mit dazugehörigem Spulensatz, in der Mitte Schaltgeräte und Fernbedienungen, rechts oben der Kurzwellensender, darunter der Langwellensender; der Peilempfänger wird fernbedient und ist im Gepäckraum untergebracht.

Die Peilgenauigkeit im Flugzeug leidet naturgemäß durch die Schwierigkeit einer genauen Kompaßablesung beträchtlich. Durch Einführung des Kurskreisels konnten schon wesentliche Verbesserungen in der Ablesung des anliegenden Kurses erreicht werden. Es laufen Bemühungen, die Kompaßanzeige und Funkseitenpeilung in einem Gerät zu vereinigen. Für die Auswertung einer Peilung im Flugzeug ist dies besonders wertvoll, da hierdurch jede weitere Rechnung im Flugzeug überflüssig gemacht wird. Durch den geplanten weiteren Ausbau der Navigationsfunkfeuer in Deutschland wird bei allmählicher Einarbeit von Flugzeugfunker und Flugzeugführer in die Funknavigationsaufgaben und durch Einführung entsprechend vorbereiteter Streckenkarten eine wesentliche Entlastung der Bodenpeilstellen und Erleichterung in der Durchführung der Flüge — besonders bei Schlechtwetterlagen — eintreten. Da das zur Zeit in Betrieb befindliche Gerät wegen seiner Abmessung und seines Gewichtes auf den Einsatz in größeren Flugzeugen beschränkt ist, geht das Bestreben dahin, durch Entwicklung neuerer Geräte die Vorteile der Eigenpeilung auch den kleineren Verkehrsflugzeugen zu ermöglichen.

Abb. 5. Südatlantik-Postflug und Nordatlantik-Erprobungsstrecken.

Zu c): Für den Empfang der UKW-Landefunkfeueranlage[1]) ist an Bord ein besonderer Empfänger vorhanden. Der Empfänger ist für eine feste Frequenz 33,3 MHz gebaut; die Einflugzeichen auf dem Leitstrahl mit der Frequenz 38,0 MHz werden mit dem gleichen Empfänger zu gleicher Zeit empfangen. Als Antenne wird für den Leitstrahlempfang ein Stab verwendet, der in dem Festantennenschacht untergebracht ist, für den Empfang der Einflugzeichen ein Dipol, der unterhalb des Flugzeuges angeordnet ist. Den Grundaufbau eines Empfängers zeigt Abb. 3. Das Verfahren hat sich nach einer besonderen Schulung und Einübung der Besatzungen recht gut bewährt. Alle im Winterluftverkehr 1937 bis 1938 eingesetzten Flugzeuge der Deutschen Lufthansa AG. werden mit dieser Empfangseinrichtung ausgerüstet sein.

Anforderungen an die Funkausrüstung und ihr Aufbau für den Überseeflug und sonstigen Weitstreckenverkehr.

Für den Überseeflug und für den sonstigen Weitstreckenverkehr sind die Anforderungen, die der Flugbetrieb hinsichtlich des Nachrichtenaustausches und der Fernnavigation stellt, wesentlich umfangreicher, da eine Bodenfunkorganisation nur in einem beschränkten Um-

[1]) H. J. Zetzmann, S. 904 dieses Heftes.

Digitized by Google

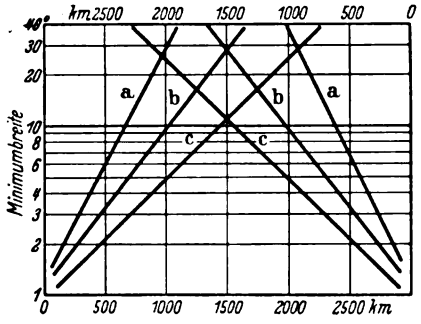
fange für solche Flugstrecken zur Verfügung steht. Im wesentlichen sind zusätzlich zu den bereits erwähnten Anforderungen für den europäischen Überlandflug folgende Aufgaben zu erfüllen:

a) Von Flugzeug zur Bodenfunkstelle und umgekehrt müssen Reichweiten bis 4000 km in tonloser Telegraphie überbrückt werden können.

b) Für die Fernnavigation müssen Eigenpeilungen über 1000 km und mehr möglich sein.

Zu a): Die Überbrückung der geforderten Reichweiten für den Nachrichtenaustausch ist nur durch die Verwendung der kurzen Welle möglich, da die für die lange Welle zur Überbrückung notwendige Leistung im Flugzeug nicht aufgebracht werden kann. Neben der erwähnten Langwellenausrüstung besteht daher die Ausrüstung für den Überseeflug der auf den Weitflugstrecken eingesetzten Flugzeuge noch zusätzlich aus einer Kurzwellenstation (s. a. Abb. 4). Der Sender hat eine Antennenkreisleistung von etwa 30 W. Er ist dreistufig, kristallgesteuert, abstimmbar in dem Wellenbereich zwischen 6350 und 15 000 kHz (27—20 m) bzw. 3100 und 3550 kHz (95 bis 85 m). Der Empfänger ist ein Geradeausempfänger mit einem durchgehenden Wellenbereich von 3000 bis 15 000 kHz (100 bis 20 m). Die Station wird ebenfalls unmittelbar bzw. über Umformer aus der Stromversorgungsanlage des Flugzeuges gespeist. In Seeflugzeugen ist für unvorhergesehene Landungen zur Speisung der elektrischen Anlage ein Benzinaggregat vorgesehen. Bei Wahl der richtigen Welle ist es immer möglich, mit der Station die geforderten Reichweiten einwandfrei zu überbrücken. Die Erfahrungen, die im Kurzwellenverkehr gesammelt sind, lassen für die verschiedenen Jahres- und Tageszeiten einen festen Wellenplan aufstellen, so daß die Wahl der jeweils günstigsten kurzen Welle keine Schwierigkeiten macht.

Zu b): Als die schwierigsten Strecken für die Fernnavigation auf den Weitflugstrecken der Deutschen Lufthansa AG. (Abb. 5) können die reinen Seestrecken über den Süd- und Nordatlantik angesprochen werden, die im Tag- und Nachtflug zu überbrücken sind. Die Fernnavigation dieser Strecken stützt sich fast ausschließlich auf die Funknavigation und hier in erster Linie auf die Eigenpeilung. Um hier zu möglichst günstigen Ergebnissen zu kommen, wurden die Katapultschiffe der Deutschen Lufthansa AG., die im Südatlantik bei Bathurst und Fernando de Noronha stationiert sind, mit umfangreichen Sende- und Empfangsanlagen ausgerüstet. Die neuerdings dort eingesetzten Langwellensender haben eine Antennenkreisleistung von 3 kW. Die von diesen Sendern ausgesandten Peilzeichen können unter guten atmosphärischen Verhältnissen mit dem auf dem Flugzeug eingesetzten Peilgerät über eine Strecke von etwa 1500 km mit genügender Peilgenauigkeit — Minimumbreite etwa 10 ° — gepeilt werden, so daß auf der Südatlantikstrecke unter normalen atmosphärischen Verhältnissen während des ganzen Fluges Funknavigation möglich ist. Näheres über die Peilreichweiten geht aus Abb. 6 hervor. Von der Fremdpeilung wird auf diesen Strecken bei den kleinen Leistungen der Flugzeugsender (etwa 30 bis 40 W) nur selten Gebrauch gemacht. Die Peilreichweite über See beträgt etwa 300 bis 400 km.



a 800 W-Schiffssender, Störungen stark *b* Mittelwert
c 3 kW-Schiffssender, Störungen gering

Abb. 6. Peilreichweitenergebnisse über dem Südatlantik.

Eine Lücke bestand insbesondere auf den Atlantik- und Weitflugstrecken mit geringer Bodenorientierung noch durch das Fehlen eines stärkeren Flugzeug-Langwellensenders. Ein solcher wird augenblicklich in verschiedenen Mustern erprobt; er hat eine Antennenkreisleistung von etwa 150 W. Bei den derzeitigen Abmessungen der Flugzeuge und der Bemessung der elektrischen Bordnetzanlage kann diese Leistung wohl als die obere Grenze bezeichnet werden. Bei der Erprobung hat sich das Gerät gut bewährt. Die in diesem Jahr für die weiteren Versuchsflüge auf dem Nordatlantik eingesetzten Flugzeuge werden mit solchen Sendern ausgerüstet sein.

Die Durchführung eines geregelten Flugbetriebes ist ohne Funkverbindungen nicht mehr denkbar. Die Bestrebungen gehen dahin, mit ihrer Hilfe dem Luftverkehr bei jeder Wetterlage eine Sicherheit und Regelmäßigkeit zu geben, die denen anderer Verkehrszweige wie Schiffahrts-, Eisenbahn- und Kraftwagenverkehr völlig ebenbürtig sind.

Flugwetterdienst.

Von K. **Bringmann**, Reichsluftfahrtministerium, Berlin.

621. 396. 91 : 551. 509 : 656. 7. 05

Ein wesentlicher Teil der Flugsicherung ist die meteorologische Sicherung des Luftverkehrs. Sie ist Aufgabe des Flugwetterdienstes, der 1924 als Sonderdienstzweig des Wetterdienstes entstand und seit 1934 zum „Reichswetterdienst" gehört. Im Reichswetterdienst sind sämtliche Betriebszweige der praktischen Meteorologie zu einer einheitlichen Gesamtorganisation zusammengefaßt — also außer dem Flugwetterdienst der Wirtschaftswetterdienst, der Höhenwetterdienst, der Seewetterdienst und der Klimawetterdienst.

Die Aufgabe der meteorologischen Flugsicherung besteht im wesentlichen darin, dem Piloten ein eingehendes Bild über das Wetter auf seiner Flugstrecke vor Antritt des Fluges zu verschaffen. In den ersten Jahren des Luftverkehrs, also vor mehr als einem Jahrzehnt, war die Flugwetterberatung für ihn überhaupt die einzige von außen kommende Hilfe bei der Sicherung des Fluges. Sie ist natürlich heute für den Luftverkehr nicht mehr so ausschlaggebend wie damals, nachdem die technischen Einrichtungen der Flugsicherung, wie Funk- und Peilwesen, zu hoher Vollkommenheit gebracht worden sind; nach wie vor müssen aber extreme Wetterbedingungen — ausgedehnte Nebelfelder, Gewitter-, Vereisungswetterlagen und große Windgeschwindigkeiten — sorgfältig berücksichtigt werden, abgesehen davon, daß meteorologische Bedingungen ganz allgemein für den Ansatz eines Fluges immer eine Rolle spielen. Der Wert einer guten Wetterberatung wächst mit der Dauer bei längeren Flügen, insbesondere wenn ungünstige Wetterverhältnisse auf der zu befliegenden Strecke vorherrschen. Dies trifft besonders für Langstreckenflüge über Land oder aber für Überseeflüge zu, bei denen eine meteorologische Navigation wegen der Wahl der Strecke und zur Verringerung der Flugdauer nicht zu entbehren ist.

Digitized by Google

Der deutsche Flugwetterdienst arbeitet nach dem in Deutschland allein als zweckmäßig angesehenen Grundsatz, den Flugzeugführer wirklich meteorologisch zu beraten, d. h. ihn über die Wetterlage und über die Wetterereignisse, die voraussichtlich während des Fluges eintreten, eingehend zu unterrichten und sich nicht darauf zu beschränken, ihm nur einzelne Wetterbeobachtungen von der Flugstrecke zu übermitteln. Der leicht veränderliche Augenblickszustand des Wetters darf nicht maßgebend für den Antritt und die Art der Durchführung eines Fluges sein.

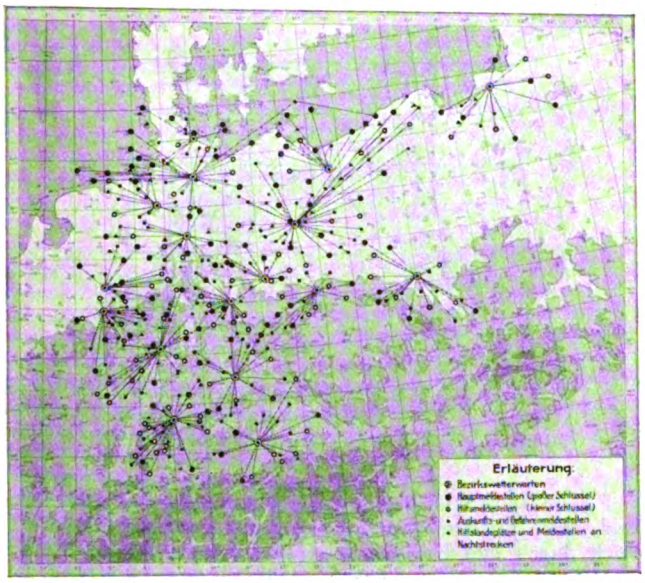


Abb. 1. Das Wetter-Beobachtungsnetz.

Hieraus ergibt sich die Aufgabenstellung und Arbeitsweise der meteorologischen Flugsicherung. Der Meteorologe muß die großen Zusammenhänge in der Flucht der einzelnen Wettererscheinungen erkennen, um die Weiterentwicklung des augenblicklichen Wetters beurteilen zu können. Er muß zu diesem Zweck die atmosphärischen Vorgänge über einem großen Raum — über einem viel größeren als dem Flugstreckenraum — dauernd übersehen. Voraussetzung hierfür ist ein ausgedehntes Beobachtungsnetz (Abb. 1).

Der Flugwetterdienst verfügt daher über eine große Anzahl von Bodenbeobachtungs- und Meldestellen, die eigens für seine Sonderbedürfnisse geschaffen worden sind. Sie stellen Beobachtungen über die meteorologischen Elemente der Flugnavigation, wie Sichtweite, Wolkenhöhe, Bewölkungsgrad, Windverhältnisse und Niederschläge, an. Es werden von ihnen z. T. aber auch Feststellungen über Elemente gemacht, die fliegerisch nur mittelbar insofern bedeutungsvoll sind, als sie zur Beurteilung der Gesamtwetterlage unentbehrlich sind, wie Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit u. a. Die Beobachtungen werden den Wetterwarten telegraphisch oder telephonisch zugeleitet.

Je nach der Vollständigkeit und Häufigkeit, mit der diese Stellen Flugwettermeldungen absetzen, werden sie unterschieden als

a) Hauptmeldestellen,
b) Hilfsmeldestellen,
c) Hilfslandeplätze, Meldestellen an Nachtflugstrecken und Zielflughäfen,
d) Auskunfts- und Gefahrenmeldestellen.

Von diesen beobachten die drei ersten Gruppen planmäßig und regelmäßig mehrmals am Tage, eine Reihe auch in der Nacht und zum Teil stündlich, die letzte nur auf Anfrage oder nur dann, wenn in ihrem Ausmaß gefahrdrohende Wetterereignisse am Beobachtungsort eintreten. Die Hilfsmeldestellen und ebenso die Auskunfts- und Gefahrenmeldestellen machen ihre Feststellungen nur auf Grund von Augenbeobachtungen, während die übrigen Meldestellen durchweg mit einfachen Meßgeräten für Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit und Wind ausgerüstet sind.

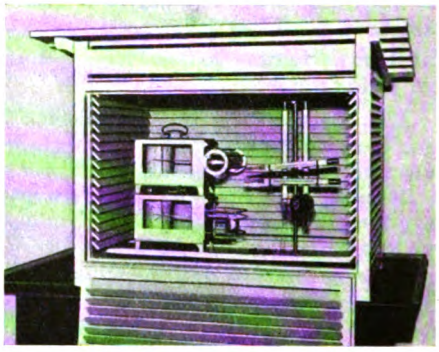


Abb. 2. Thermometerhütte.

Am besten mit Geräten ausgestattet sind natürlich die Wetterwarten selbst; ihnen stehen zur Verfügung:

Thermometerhütten (englische Hütten) mit Extrem- und Psychrometerthermometern (Abb. 2) und schreibende Meßgeräte für Temperatur und Feuchtigkeit,
Quecksilberbarometer und -barographen,
Sonnenscheinautographen,
Schneemesser, Regenmesser und Regenschreiber,
Wolkenscheinwerfer zur Bestimmung der Wolkenhöhe bei Nacht (Abb. 3),

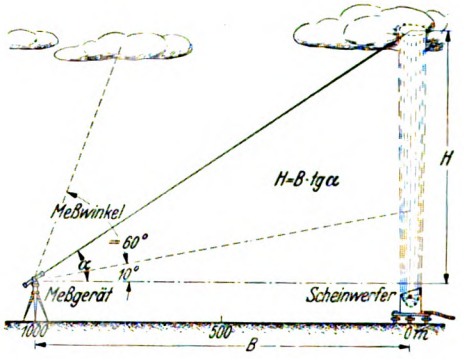


Abb. 3. Wolkenscheinwerfer.

Wolkenspiegel zur Bestimmung des Wolkenzuges,
empfindliche Windmeßgeräte zur Feststellung des Bodenwindes, wie Windschreiber zur Aufzeichnung von Windrichtung, Böen und Windweg am Boden mit hydrostatischer bzw. mechanischer oder elektrischer Übertragung (Abb. 4) und
Pilotballone zur Feststellung des Windes in den höheren Luftschichten.
An einigen Stellen sind zusätzlich Fernthermographen mit elektrischer Übertragung und Lampenanzeigegeräten für die Übertragung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung vorhanden.

Jede Meldestelle des Beobachtungsnetzes ist einer bestimmten Wetterwarte zugeteilt; insgesamt sind es, abgesehen von einigen Wetternebenstellen, 17 Wetterwarten, welche über Meldebezirke verfügen und Flugberatung ausüben, nämlich:

Berlin	Hannover
Bremen	Kiel
Breslau	Köln
Dresden	Königsberg
Erfurt	München
Essen/Mülheim	Nürnberg
Frankfurt/M.	Stettin
Halle/Leipzig (Schkeuditz)	Stuttgart.
Hamburg	

Digitized by Google

Die Beobachtungen werden zwischen den einzelnen Bezirken und auch zwischen In- und Ausland auf dem Funkweg mit Hilfe des durch die Reichsflugsicherung durchgeführten Wetterfunkverkehrs[1]) ausgetauscht, der am Gesamtbetrieb des Fernmeldedienstes einen bedeutenden Anteil hat. Die Wetterwarten sind daher in den Verwaltungsgebäuden der Flughäfen untergebracht.

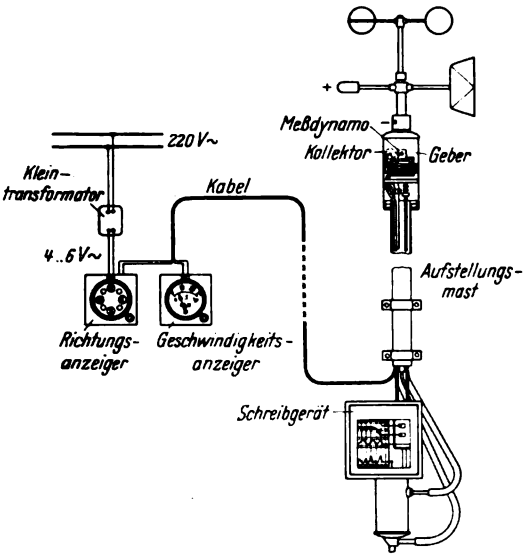


Abb. 4. Universal-Windschreiber für Böen, Windweg und Richtung mit elektrischer Fernübertragung auf zwei Anzeigegeräte.

Außer den besonderen Flugwettermeldungen stehen aber auch die Wetterbeobachtungen dem Flugdienst zur Verfügung, die allgemeinen meteorologischen Zwecken dienen, insbesondere dem Wirtschaftswetterdienst. Sie werden viermal am Tage, um 02^{00}, 08^{00}, 14^{00} und 19^{00} als „nationale Sammelmeldung" ausgestrahlt und gestatten einen Überblick über die europäische Großwetterlage. Nicht zu vergessen sind die Wetterbeobachtungen deutscher oder fremder Schiffe, die planmäßig melden und die für die Beurteilung der Großwetterlage ebenfalls unentbehrlich sind. Alle diese Wetterbeobachtungen, soweit sie zur gleichen Zeit, also „synoptisch", angestellt sind, werden bekanntlich in Wetterkarten eingetragen, die ein Augenblicksbild des Wetterablaufs am Boden über einem großen Raum abgeben.

Die Wetterkarte genügt jedoch als Arbeitsgrundlage für den heutigen Meteorologen nicht, weil es sich bei ihr nur um einen Schnitt durch die meteorologischen Verhältnisse in den untersten Luftschichten handelt, und die höheren Schichten des Luftmeeres nicht erfaßt werden. Den praktischen Bedürfnissen der Flugmeteorologie ist es zu verdanken, daß ein besonderer Höhenwetterdienst in Deutschland entstanden ist und sich der Schwerpunkt der gesamten meteorologischen Forschung in die freie Atmosphäre verlagert hat.

Der Höhenwetterdienst hat Beobachtungen und Messungen in der freien Atmosphäre auszuführen, auszuwerten und den Wetterwarten zuzuleiten. Er gewinnt seine Ergebnisse durch ein ortsfestes Netz aerologischer Stationen, das über ganz Deutschland verbreitet ist. Man kann ihm die Bergobservatorien zurechnen, die auf den höchsten deutschen Bergen eingerichtet sind, in der Hauptsache handelt es sich jedoch um solche Stellen, die regelmäßig Aufstiege in die freie Atmosphäre durchführen. Hierzu dienen Registrierballone, Flugzeuge und Drachen. Gemessen werden Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit und Wind. Als Drachen- und Ballonaufstiegsstellen werden die Observatorien Lindenberg (Kreis Beeskow) und Friedrichshafen a. B. täglich eingesetzt, während neun Wetterflugstellen, nämlich Berlin, Breslau, Frankfurt, Hamburg, Köln, Königsberg, München, Norderney und Stettin mit besonderen Flugzeugen Wetteraufstiege bis zur Maximalhöhe von 6000 m ein- oder zweimal am Tage regelmäßig und bei jedem auch noch so schlechten Wetter unternehmen. Diese Flugzeuge sind daher außer dem üblichen Funkgerät mit einem Bordempfänger für UKW-Landefunkfeuer ausgerüstet.

Die Wetterflugzeuge führen außenbords Flugzeugmeteorographen (Abb. 5) mit, welche selbsttätig und gleichzeitig die Werte des Luftdrucks, der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit der durchflogenen Schicht aufzeichnen. Die Geräte sind zur Erzielung des geringsten Luftwiderstandes windschnittig gebaut und außerdem in ihrem mechanischen Aufbau so kräftig, daß sie gegen Erschütterungen während des Fluges oder am Boden genügend widerstandsfähig sind. Anderen Aufstiegsverfahren gegenüber hat das durch Flugzeuge den Vorteil, daß ein Beobachter daran teilnehmen und Augenbeobachtungen über optische und besondere Erscheinungen, aber auch über den allgemeinen Wetterzustand, wie Wolkenschichtung und -zusammensetzung, Böigkeit und Vereisung, anstellen kann. Diese Beobachtungen sind eine sehr wertvolle und oft notwendige Ergänzung der mechanischen Aufzeichnungen.

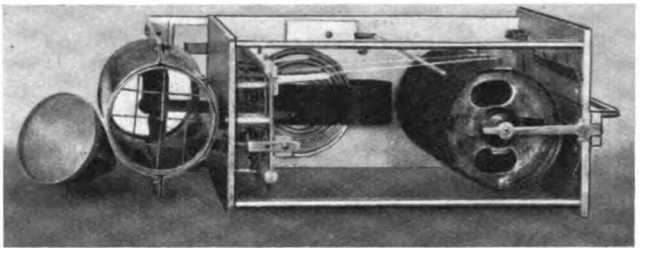


Abb. 5. Flugzeugmeteorograph (geöffnet).

In neuester Zeit ist ein weiteres aerologisches Meßverfahren hinzugekommen, die Benutzung von Radiosonden[2]). Diese bestehen aus einem Ballon und einem meteorologischen Registrierinstrument, das selbsttätig die Werte der Temperatur und Feuchtigkeit bis in große Höhen mißt und mit ihnen die Strahlung eines kleinen Kurzwellensenders steuert. Durch laufende Empfangsbeobachtungen am Boden ist eine sofortige Auswertung möglich. Mit Hilfe der Radiosonden können bedarfsfalls auch Windrichtung und Windstärke oberhalb von Wolken und Nebel festgestellt werden. Dieses Verfahren ist jedoch im laufenden Betrieb noch nicht eingeführt.

Selbstverständlich müssen die Feststellungen aus der freien Atmosphäre, die einen täglichen Überblick über den Zustand und die Änderungen des Luftmeers im Flugbereich ergeben sollen, nach den verschiedensten Richtungen vom Wetterdienst durchgearbeitet werden. Die Luftmassen und die Luftdichte werden durch entsprechende Schnittdarstellungen bestimmt, ferner werden die Druck-, Temperatur- und Windänderungen der Atmosphäre seit dem letzten Aufstieg festgestellt und in Beziehung zu den Verhältnissen am Boden gebracht. Die Auswertung der Beobachtungen aus der freien Atmosphäre steht jedoch noch in den Anfängen und hat als neues Forschungsgebiet auch eine Fülle neuer, noch der endgültigen Lösung harrender Aufgaben mit sich gebracht.

[1]) F. W. Petzel, S. 894 dieses Heftes. F. Hentschel, S. 898 dieses Heftes.

[2]) Über Radiosonde-Konstruktionen; Denkschrift der Internationalen Aerologischen Kommission, Berlin 1937.

Digitized by Google

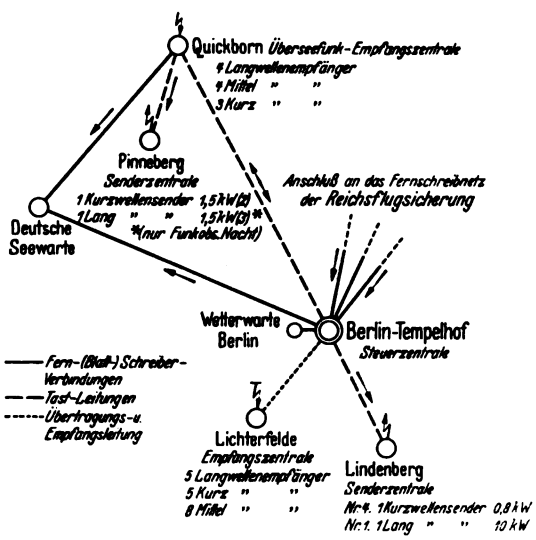
Neue Wetterempfangs- und Steuerzentralen der Reichsflugsicherung.

621. 396. 91 : 551. 509 : 656. 7. 05

Die Aufgabe des Wetterfernmeldedienstes im Rahmen der Reichsflugsicherung ist die Sammlung und Wiederverbreitung von Wetternachrichten. Man unterscheidet im wesentlichen folgende Dienste:

a) Regionale Sammelwettermeldungen,
b) Nationale Sammelwettermeldungen,
c) Kontinentale Sammelwettermeldungen.

Die vorliegende Arbeit behandelt den Nachrichtenverkehr für den auf Deutschland entfallenden Anteil von c). Es ist dies die Sammlung der deutschen und mitteleuropäischen Wetterbeobachtungsunterlagen und seine Wiederausstrahlung als Meteo-Zentral-Europa (MCE)-Programm. Auf Grund einer zwischenstaatlichen Neuregelung der kontinentalen Sammelausstrahlungen wurden in Deutschland neue Empfangs- und Steuerzentralen ausgebaut und die Sendezentralen Berlin und Hamburg der Reichsflugsicherung in verstärktem Umfange eingesetzt.



Wellenverteilung der Sender

Sender Nr.	Leistung kW	Welle	I. II. III. IV. V. VI. VII. VIII. IX. X. XI. XII.	Sendezeiten
1	10	89,5 kHz (3350 m)		zu allen Zeiten des MCE
2	1,5	5895 kHz (51,20 m)		dgl. 1. XI.–31. I. 4300 kHz nur Funkobs. Nacht
3	1,5	276 kHz (1087 m)		07⁰⁰ 08⁰⁰
4	0,8	7365 kHz (41,73 m)		02⁰⁰ 05⁰⁰ 08⁰⁰ 11⁰⁰ 14⁰⁰ 17⁰⁰ 19⁰⁰ 23⁰⁰
		8600 kHz (34,88 m)		
		11535 kHz (26,01 m)		

Abb. 1. Übersicht über die Wetterempfangs-, Steuer- und Sendestellen der Reichsflugsicherung.

Das für die Sammlung und Wiederausstrahlung des MCE-Programms eingesetzte Nachrichtennetz ist in Abb. 1 dargestellt. Es besteht aus

1. der Empfangszentrale Berlin-Lichterfelde als Sammelstelle der mitteleuropäischen Wetternachrichten,
2. der Empfangszentrale Hamburg/Quickborn als Sammelstelle der außereuropäischen Wetternachrichten,
3. der Steuerzentrale Berlin-Tempelhof, die die von Zentrale 1 gelieferten Unterlagen nach entsprechender Sichtung und Neuzusammenstellung verbreitet,
4. der Steuerzentrale Hamburg/Quickborn, die das bei sich unmittelbar (2) aufgenommene außereuropäische Wettermaterial verarbeitet und wieder verbreitet,
5. einem Kurz- und einem Langwellensender der Senderzentrale Lindenberg und
6. einem parallel zu 5 getasteten Kurzwellensender der Senderzentrale Hamburg-Pinneberg.

Da die Empfangszentralen 1 und 2 sich in gewissem Umfange gegenseitig ergänzen können, ist durch diese Maßnahme sowie durch die gleichzeitige Tastung örtlich weit voneinanderliegender Sender verschiedener Wellenausstrahlung die betrieblich größte Sicherheit gegeben.

Die wichtigsten nachrichtentechnischen Einrichtungen der Empfangs- und Steuerzentralen werden alsdann behandelt. Während in Hamburg/Quickborn auf Grund der örtlichen Verhältnisse die Unterbringung von Empfangs- und Steuerzentrale in einem Gebäude zweckmäßig war, ist in Berlin die Empfangsstelle an einem funkelektrisch günstigen Platz am Rande der Großstadt untergebracht und von der Steuerzentrale abgesetzt worden. Zur Vermeidung einer weiteren Nachrichtenumsetzung werden die auf die Empfangszentrale eingesetzten Empfänger von dem Funkaufnahmeraum der Steuerzentrale Berlin-Tempelhof ferngesteuert. Die Empfängerfernsteuerung arbeitet in Kombination einer Doppelader mit Erde unter Verwendung des Stromrichtungsprinzips und gestattet die Übertragung sämtlicher erforderlichen Kommandos und Einstellungen.

Der Nachrichtenverkehr innerhalb der Steuerzentrale Tempelhof wird erläutert. Die auf dem Funkwege, aus dem Fernschreibnetz der Reichsflugsicherung und von der Wetterwarte Berlin einlaufenden Meldungen laufen über Förderbänder und Rohrpostanlagen zu einem Verteiler, an dem besonders geschulte Wachleiter die Sichtung, Auswertung und Weiterleitung vornehmen. Die Funkausstrahlung erfolgt mittels Morseschnellsendern, die Weiterleitung an sonst noch zu versorgende Dienststellen wie Deutsche Seewarte usw. über Blattschreiber-Fernverbindungen mit Schnellgebern. [H. J. Zetzmann, Draht u. Äther 7 (1937) S. 37; 8 S., 9 Abb.] *Vb.*

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Oberreg.-Baurat Dr.-Ing. F. W. Petzel, Berlin-Wilmersdorf, Wiesbadener Straße 58c.
Reg.-Baurat Dr.-Ing. E. Hentschel, München, Liebigstr. 10c.
Obering. W. Robra, Berlin-Tempelhof, Kaiser-Wilhelm-Str. 55f.
Reg.-Baurat Dipl.-Ing. H. J. Zetzmann, Berlin-Lichterfelde, Lilienstr. 4.
Reg.-Baurat Dipl.-Ing. H. Friedrich, Braunschweig, Kasernenstr. 32 bei Sack.
Reg.-Baurat Dipl.-Ing. L. Benkert, Münster i. W., Emsstr. 3.
Reg.-Baurat Dipl.-Ing. F. Nickel, Berlin-Tempelhof, Siegertweg 11.
Dipl.-Ing. R. Brüger, Berlin-Zehlendorf, Sven-Hedin-Str. 66.
Oberregierungsrat Dr. K. Bringmann, Berlin-Steglitz, Schönhauser Weg 4.

Abschluß des Heftes: 13. August 1937.

Für den Textteil verantwortlich: Harald Müller VDE in Berlin, in Vertr.: Hans Winkler VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 26. August 1937** **Heft 34**

Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb.

Von **Erich Schulze VDE**, Berlin.

621. 314. 65. 004. 12

Übersicht).* Über Untersuchungen an einigen Zwölfphasen-Gleichrichtern (ohne und mit Gittersteuerung) im praktischen Betrieb bei zwei großstädtischen Elektrizitätswerken wird berichtet. Dabei wird insbesondere festgestellt, wie sich die Zwölfphasen-Gleichrichter als Oberwellenerzeuger für die speisenden Drehstromnetze und die gespeisten Gleichstromnetze im Vergleich zu Sechsphasenschaltungen verhalten, um sowohl dem Betriebsingenieur der Elektrizitätswerke als auch dem Fachmann für Schwachstrombeeinflussung einen Überblick über das tatsächliche Verhalten der Zwölfphasen-Gleichrichter im Betriebe zu geben.

Die einzelnen Arten der Gleichrichterrückwirkung, wie stationäre und nicht stationäre Rückwirkungen, und ihre Gesetzmäßigkeiten sind hinreichend geklärt[1]). Auch über die Frage, welche Oberwellen im Primärstrom und in der Gleichspannung bei Gleichrichtern mit verschiedener Transformatorschaltung und Phasenzahl theoretisch auftreten, liegen eingehende Untersuchungen vor[2]). Dagegen ist bisher kaum etwas darüber bekannt geworden, wie sich Zwölfphasen-Gleichrichter im praktischen Betrieb tatsächlich verhalten, insbesondere ob sie als Oberwellengeneratoren für das Gleich- und Drehstromnetz wirklich alle Eigenschaften haben, die man nach der Theorie im Vergleich zu Sechsphasenschaltungen erwarten darf.

Der Zwölfphasenbetrieb hat gegenüber dem Sechsphasenbetrieb zwei Vorteile:

1. Die zwölfphasigen Gleichrichteranlagen haben einen besseren sinusförmigen Primärstrom und belasten somit das speisende Drehstromnetz bzw. die Kraftwerksgeneratoren mit Oberwellenströmen weniger.
2. Die Welligkeit der Gleichspannung und ihre Fernsprechformfaktoren, d. h. relativen Störspannungen, sind kleiner.

Zwölfphasenbetrieb wird man vornehmlich dann anwenden, wenn die Gleichrichterlast sehr groß ist im Vergleich zur Nennleistung des Kraftwerkes bzw. des Hochspannungsnetzes, hierbei insbesondere dann, wenn das Hochspannungsnetz sich in Stromresonanz für die dem Sechsphasenbetrieb eigentümlichen 5. und 7. Stromoberwellen befinden sollte.

Der zweite Vorteil entspricht den Interessen der Fernmeldetechnik hinsichtlich der Schwachstrombeeinflussung. Fernsprechstörungen, z. B. bei Nebenstellenanlagen, und niederfrequente Rundfunkstörungen bei Gleichstrom-Netzanschlußempfängern lassen sich beim zwölfphasigen Gleichrichterbetrieb allgemein leichter beseitigen als beim sechsphasigen Betrieb.

*) Vortrag, gehalten beim VDE-Bezirk Braunschweig am 17. 2. 1936 und beim Bezirk Magdeburg am 17. 3. 1936.

[1]) VDE-Fachberichte 6 (1934) S. 102 u. 107; L. Lebrecht, ETZ 56 (1935) S. 957; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 37; Electr. Engng. 53 (1934) S. 54.

[2]) H. Jungmichl, ETZ 52 (1931) S. 171; H. Meyer-Delius, ETZ 54 (1933) S. 959.

1. Gleichrichterschaltungen.

Die Untersuchungen erfolgten an drei Zwölfphasen-Gleichrichtern von zwei großstädtischen Elektrizitätswerken. Die Daten der Gleichrichteranlagen und einige Angaben über die Netzverhältnisse sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Zahlentafel 1. Zwölfphasen-Gleichrichter. Daten der Gleichrichter und Netzverhältnisse.

Nr.	Zwölfphasen-Gleichrichter	Schaltung	Kurzschlußspannung	Spannungsregelung	speisendes Drehstromnetz gespeistes Gleichstromnetz
1	510 V, 4000 A	3 × Vierphasen primärseitige Kaskadenschaltung nach Krämer Stern/Doppelgabel—Dreieck/Doppelgabel	4,4%	Stufentransformator zweiphasig AB-Regelung	10 kV-Kabelnetz Gleichstrom-Dreileiternetz 2 × 220 V
2	510 V, 4000 A 630 V, 3240 A	3 × Vierphasen Dreieck/vereinfachte Doppelgabel mit dreiphasiger Saugdrossel	7,3%	Stufentransformator dreiphasig	10 kV-Kabelnetz Gleichstrom-Dreileiternetz 2 × 220 V Bahnnetz 600 V
3	255 V, 4000 A	3 × Vierphasen Dreieck/Doppelgabel mit dreiphasiger Saugdrossel	6,1%	Gittersteuerung	7 kV-Kabelnetz Gleichstrom-Dreileiternetz 2 × 115 V

Bei jedem der beiden Elektrizitätswerke ist das Verhältnis der installierten Gleichrichterleistung gegenwärtig noch klein im Verhältnis zur gesamten Netznennleistung. Die speisenden Drehstrom-Kabelnetze sind vermascht und infolgedessen ziemlich starr; sie haben durchweg gut sinusförmige Spannungskurven.

2. Meßgrößen und Meßverfahren.

Bei den Untersuchungen wurde im einzelnen folgendes gemessen bzw. oszillographiert:

auf der Drehstromseite

$\mathfrak{U}$ verkettete Spannung der Drehstromnetze gemessen und oszillographiert,

$\mathfrak{J}$ Primärstrom gemessen und oszillographiert,

$\mathfrak{U}_0$ Oberwellen der Drehstrom-Netzspannungen gemessen und in bezug auf die Grundwelle phasenrichtig oszillographiert; hieraus

w_{obj} objektive Oberwelligkeit der Drehstrom-Netzspannungen

$$\left(\frac{\mathfrak{U}_0}{\mathfrak{U}} \cdot 100\,\%\right),$$

Digitized by Google

$\mathfrak{J}_0$ primärer Oberwellenstrom gemessen und in bezug auf die Grundwelle phasenrichtig oszillographiert,
N_W Wirkleistung,
N_B Blindleistung[3]),
$\cos\varphi$ Verschiebungsfaktor (Leistungsfaktor der Phasenverschiebung zwischen den Grundwellen von Spannung und Strom) entsprechend

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{N_B}{N_W},$$

$\cos\varphi'$ Leistungsfaktor (total) entsprechend dem Verhältnis der Wirkleistung zur gesamten Scheinleistung

$$\left(\frac{N_W}{\sqrt{3}\cdot U\mathfrak{J}}\right), \qquad \cos\varphi' < \cos\varphi,$$

f_{u_0} Fernsprechformfaktor der Drehstrom-Netzspannungen (relative Störspannung, bezogen auf die jeweilige Netzspannung) für frequenzunabhängige Ankopplung von Schwachstromanlagen,
f_{u_c} Fernsprechformfaktor der Drehstrom-Netzspannungen für frequenzproportionale Ankopplung von Schwachstromanlagen

objektiv gemessen mittels Geräuschspannungs-(Gspg)zeigers nach CCIF 1934 (A-Filter)[4]) und frequenzunabhängigem (f_{u_0}) bzw. frequenzproportionalem (f_{u_c}) Störspannungszusatz;

auf der Gleichstromseite

U Gleichspannung der Gleichrichter,
I Belastungsstrom (Gleichstrom) der Gleichrichter,
U_0 der Gleichspannung überlagerte Wechselspannung (Oberwellenspannung) gemessen und oszillographiert; hieraus
w_{obj} objektive Welligkeit der Gleichspannung

$$\left(\frac{U_0}{U}\cdot 100\ \%\right),$$

f_{U_0} Fernsprechformfaktor der Gleichspannung (relative Störspannung, bezogen auf die jeweilige Gleichspannung)[5]) für frequenzunabhängige Ankopplung von Schwachstromanlagen,
f_{U_c} Fernsprechformfaktor der Gleichspannung für frequenzproportionale Ankopplung von Schwachstromanlagen, objektiv gemessen wie auf der Drehstromseite.

Die Messungen erfolgten bei sämtlichen Gleichrichtern ohne Glättungseinrichtungen, im Alleinbetrieb mit verschiedener Belastung und bei normalem Schaltzustand der speisenden Drehstromnetze. Beim gittergesteuerten Gleichrichter Nr. 3 wurde außerdem der Aussteuerungsgrad in weiten Grenzen geändert.

Die Oszillogramme der gleichstromseitigen Oberwellenspannung sowie der primären Spannungs- und Stromoberwellen wurden mehrfach analysiert, um die Oberwellenanteile der einzelnen Frequenzen zu ermitteln und hierdurch festzustellen, ob die Gleichrichter im „reinen" Zwölfphasenbetrieb oder teilweise noch im Sechsphasenbetrieb arbeiten. Die Überlappung der Anoden (Winkel $\ddot{u}$) wurde aus den Oszillogrammen der gleichstromseitigen Oberwellenspannungen ermittelt.

3. Das Verhalten der Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb.

A. Gleichrichter Nr. 1.

a) Arbeiten im Zwölfphasenbetrieb. — Die Kennzeichen dafür, wie weit ein Gleichrichter zwölfphasig arbeitet, sind bekanntlich gegeben durch den Unterschied zwischen dem Leistungs- und Verschiebungsfaktor, der theoretisch nur 1 % beträgt, die Kurvenform des Primärstromes, d. h. seine Oberwellen, und durch die Oberwellen in der Gleichspannung.

Die Verschiebungs- und Leistungsfaktoren des Gleichrichters Nr. 1 zeigt Abb. 1; sie weichen bei stärkerer Belastung nur sehr wenig voneinander ab. Der Gleichrichter arbeitet hiernach mit den Merkmalen des Zwölfphasenbetriebes.

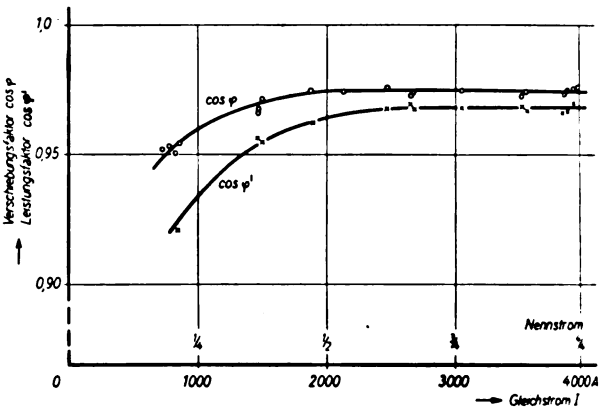
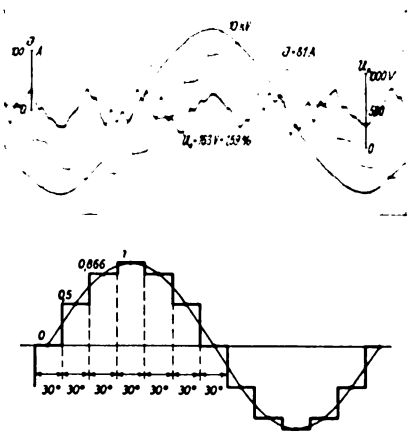


Abb. 1. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1. Verschiebungs- und Leistungsfaktoren.

Die cos φ-Kurve des Vollastbereiches schneidet beim geradlinigen Extrapolieren nach Leerlauf die Ordinate nicht bei 1, sondern etwa 0,98 wegen der auch bei großer Belastung nicht vernachlässigbaren Magnetisierungsblindleistung der Transformatoren.

Der Primärstrom des Gleichrichters ist mit der theoretischen Kurvenform (bei Annahme eines streuungslosen Transformators und eines vollständig geglätteten Gleichstromes) in Abb. 2 dargestellt. Beide Stromkurven stimmen gut überein.



Primärstrom, Oszillogramm und theoretische Kurvenform
Gleichspannung U = 479 V, Gleichstrom I = 2685 A

Abb. 2. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1.

Die theoretische Stromkurve hat bekanntlich eine Treppenform, deren Höhen nach dem Sinusgesetz der eingezeichneten Sinuslinie abgestuft sind ($\sin 0° = 0$, $\sin 30° = 0{,}5$, $\sin 60° = 0{,}866$ und $\sin 90° = 1$). Die Treppenstufen haben eine Breite von je 30°. Die Sinuslinie geht durch die Mitten der Treppenstufen und hat den gleichen Effektivwert wie die Treppenkurve. Die eigentliche Stromgrundwelle ist das $p/\pi \sin \pi/p = 0{,}989$fache und somit um etwa 1,1 % kleiner als die eingezeichnete Sinuslinie.

Der Oberwellengehalt des Primärstromes beträgt (bezogen auf den jeweiligen Gesamtstrom)

[3]) Die gemessenen Wirk- und Blindleistungen entsprechen praktisch den Wirk- und Blindkomponenten der Stromgrundwelle, da die Primärspannung gut sinusförmig ist.
[4]) CCI bedeutet: Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance. Weißbuch 1934, Bd. II, S. 10. F bedeutet Fernsprechwesen.
[5]) Die Welligkeits- und Störspannungswerte werden beim Vergleich mit Meßergebnissen an anderen Gleichrichtern auf die Netz-Nennspannung umgerechnet.

Digitized by Google

nach Abb. 3 bei sehr kleiner Belastung etwa 12 % und nimmt mit steigender Last ab infolge der hiermit größer werdenden Überlappung der Anodenströme bis auf un-

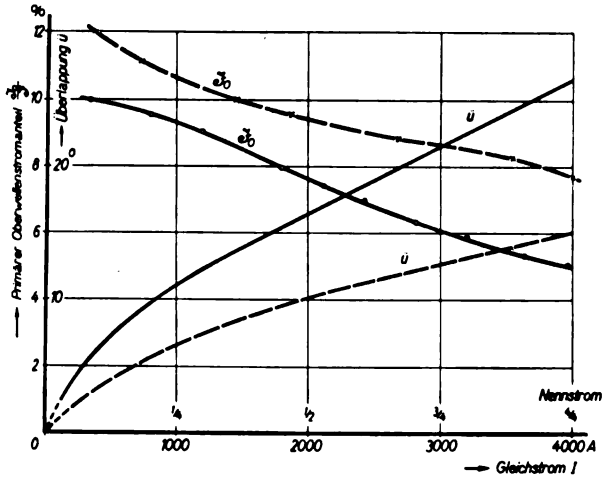


Abb. 3. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1 u. 2. Primärer Oberwellenstrom und Überlappung.

gefähr 8 % bei Vollast. Die gemessenen Oberwellenströme sind kleiner als die theoretischen Beträge. Die Überlappung beträgt bei Halblast etwa 10 ° und bei Vollast ungefähr 15 °.

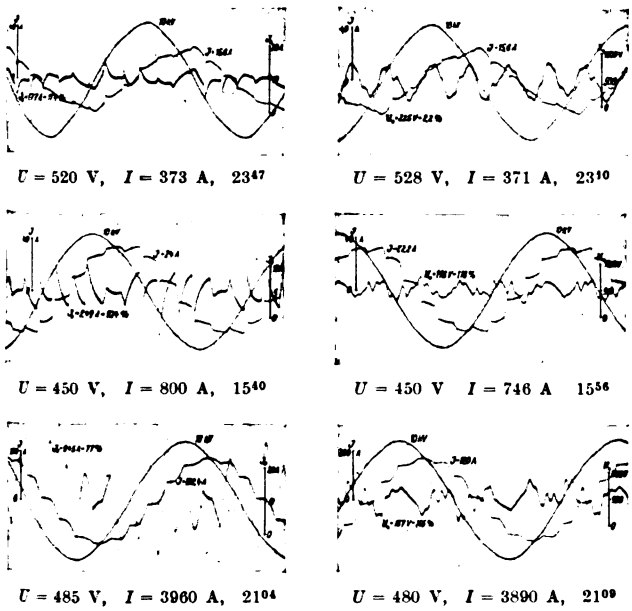


Abb. 4. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1. Primäre Spannungen und Ströme.

Die primären Stromoberwellen sind besonders deutlich aus den Oszillogrammen der Abb. 4 zu ersehen; hier sind außerdem einige Oszillogramme der primären Oberwellenspannungen wiedergegeben. Die Abb. 5 zeigt einige Oszillogramme der gleichstromseitigen Spannungsoberwellen. Die Ergebnisse einer Oberwellenanalyse sind in der Zahlentafel 2 dargestellt.

Der Primärstrom enthält u. a. Anteile der 5. und 7. sowie der 17. und 19. Oberwellen und daher die Gleichspannung nach dem Oberwellengesetz Beträge der zwangsläufig zugeordneten 6. und 18. Oberwellen.

Der Gleichrichter arbeitet somit nicht vollständig im „reinen" Zwölfphasenbetrieb, sondern teilweise noch mit den Eigenschaften des Sechsphasenbetriebes. Diese Er-

Zahlentafel 2. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1 und 2. Oberwellen des Primärstromes und der Gleichspannung.

Gleichrichter Nr.	Oberwellen[1]) in % der gesamten Oberwelligkeit										
	Gleichstrom I_A	Primärstrom $\mathfrak{J}_A$	$\mathfrak{J}_o$ %	5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.
1	2660	79,8	8,8	1,09	1,10	5,75	4,46	0,84	1,24	1,73	0,81
2	835	24,0	10	0,67	1,52	7,59	5,47	0,40	0,41	1,08	0,48
	3390	97,3	5,7	1,11	1,27	4,57	2,20	0,64	0,60	0,71	0,19
Gleichrichter Nr.	I_A	Gleichspannung U_V	U_o %	2.	6.	12.	18.	24.			
1	1140	459	2,9[2])	1,24	1,78	0,92	0,24	0,19			
	2680	480	1,87	—	0,94	0,93	0,14	0,34			
2	800	469	1,94	—	1,08	1,21	0,13	—			
	2190	455	1,92	—	1,02	1,0	0,32	0,60			

[1]) In allen Fällen noch andere Oberwellen vorhanden.
[2]) Primärspannungen unsymmetrisch.

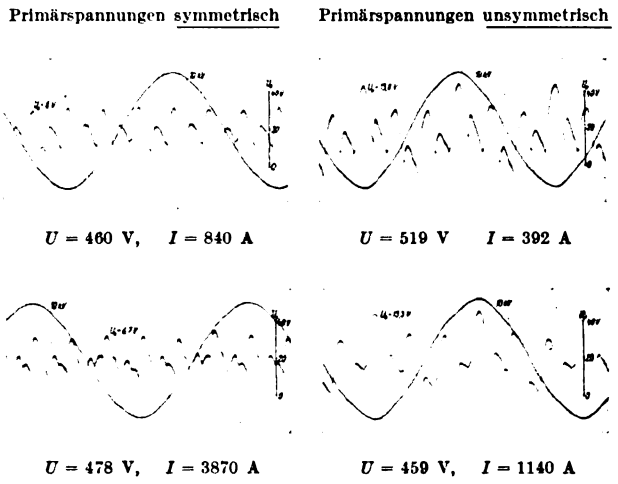


Abb. 5. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1. Oberwellen der Gleichspannung.

scheinung dürfte hauptsächlich auf die 5. Oberwelle in der Primärspannung und zum geringen Teil auf die nicht völlige Symmetrie der Transformatoren (Doppelgabelschaltung) zurückzuführen sein[6]).

b) Oberwelligkeit und Fernsprechformfaktoren der Drehstrom-Netzspannung. Rückwirkung des Gleichrichters auf das 10 kV-Netz. — Die Oberwelligkeit und die Fernsprechformfaktoren der Drehstrom-Netzspannung sind mit der zugehörigen Gleichrichterlast in Abhängigkeit von der Versuchszeit in Abb. 6 dargestellt.

Die Drehstrom-Netzspannung hat eine Oberwelligkeit von

$$w_{obj} = 1{,}1 \text{ bis } 2{,}6\,\%$$

und ist praktisch völlig unabhängig von der Gleichrichterbelastung.

Ausgleichsvorgänge (Schwingungen zwischen der Netzinduktivität und der Kabelkapazität) treten nicht auf (vgl. Oszillogramme Abb. 4).

Die 10 kV-Spannung enthält vorwiegend die 5. Oberwelle. Mit zunehmender Gleichrichterlast überlagern sich Oberwellen höherer Ordnungszahl als Spannungsabfälle der primären Stromoberwellen in den Netzblindwiderständen. Diese Spannungsoberwellen haben außerordentlich kleine Beträge und können den Effektivwert sämtlicher Oberwellen praktisch nicht vergrößern. Die 5. Oberwelle steigt nach Außerbetriebnahme

[6]) H. Meyer-Delius, ETZ 54 (1933) S. 959.

Digitized by Google

von Generatoren in einem Kraftwerk erheblich an (vgl. Abb. 6).

Die Fernsprechformfaktoren betragen ungefähr

$$f_{u_0} = 0{,}5 \text{ bis } 1\% \qquad f_{u_c} = 0{,}4 \text{ bis } 1{,}2\%$$

und sind ebenfalls nahezu unabhängig von der Gleichrichterlast (vgl. Abb. 6).

Eine sehr geringe Abhängigkeit ist an und für sich vorhanden. Die Fernsprechformfaktoren müssen mit der Gleichrichterlast zunehmen, da die durch den Primärstrom hervorgerufenen Spannungsoberwellen ein erhebliches Störgewicht haben. Außerdem ist hierdurch bedingt, daß der Fernsprechformfaktor für frequenzproportionale Ankopplung (f_{u_c}) bei starker Gleichrichterlast größer ist als der Formfaktor für frequenzunabhängige Ankopplung (f_{u_0}); bei schwacher Gleichrichterlast liegen die Verhältnisse umgekehrt.

Der gesetzmäßige Zusammenhang zwischen den Fernsprechformfaktoren und der Gleichrichterlast wird vollständig verwischt, da sich im vorliegenden Fall die Oberwelligkeit der Drehstrom-Netzspannung mit dem Betriebszustand des Netzes zeitlich erheblich ändert; es können großer Gleichrichterlast kleine Fernsprechformfaktoren zugeordnet sein und umgekehrt.

Die zeitweilig große Oberwelligkeit der 10 kV-Spannung entspricht bei kleiner Gleichrichterlast nur geringen Störspannungswerten, da die hauptsächlich vorhandene 5. Oberwelle ein verhältnismäßig kleines Störgewicht hat (vgl. Abb. 6).

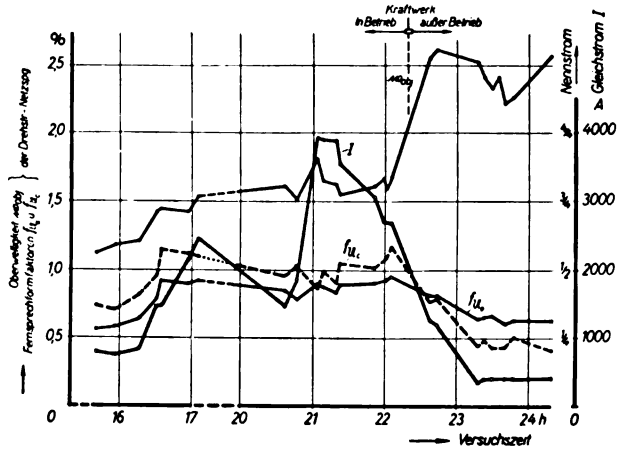


Abb. 6. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1. Oberwelligkeit und Fernsprechformfaktoren der Drehstrom-Netzspannung.

Der Gleichrichter übt in stark- und schwachstromtechnischer Hinsicht keine Rückwirkung auf das speisende Drehstromnetz aus. Die Oberwelligkeit der 10 kV-Spannung hat einen für großstädtische Kabelnetze üblichen Wert und wird fast ausschließlich bestimmt durch den Schalt- und Betriebszustand des Netzes (Maschineneinsatz in den Kraftwerken, Kupplung mit dem Fernstrom, leerlaufende Transformatoren usw.).

c) Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung. — Die Gleichspannung enthält außer der 12. und 24. Oberwelle des Zwölfphasenbetriebes, wie bereits erwähnt, noch zahlreiche andere Oberwellen. Die 6. und 18. Oberwelle entsprechen dem teilweise vorhandenen Sechsphasenbetrieb, während die übrigen Oberwellen vielleicht im wesentlichen auf die Zündverzerrung bzw. Überlappung der Anodenströme zurückzuführen sind (vgl. Zahlentafel 2).

Die 6. Oberwelle (300 Hz) hat bei kleiner Gleichrichterlast einen größeren Betrag als die 12. Oberwelle (600 Hz). Die 18. Oberwelle (900 Hz) ist verhältnismäßig klein.

Bei einer Stellung des Stufentransformators mit unsymmetrischen Primärspannungen bildet sich eine beträchtliche Unterwelle von 100 Hz (2. Oberwelle) aus (vgl. Oszillogramme Abb. 5).

Die Welligkeit und die Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung sind in Abhängigkeit von der Gleichrichterlast in Abb. 7 und bei verschiedener Reglerstellung und konstanter Gleichrichterbelastung in Abb. 8 dargestellt.

Die Gleichspannung hat eine Welligkeit von

$w_{obj} = 1{,}7$ bis 2% bei symmetrischer
$w_{obj} = 2{,}1$ bis $2{,}3\%$ bei unsymmetrischer } Reglerstellung

und ist im wesentlichen unabhängig von der Gleichrichterbelastung. Bei sehr kleiner Belastung wird die Welligkeit größer.

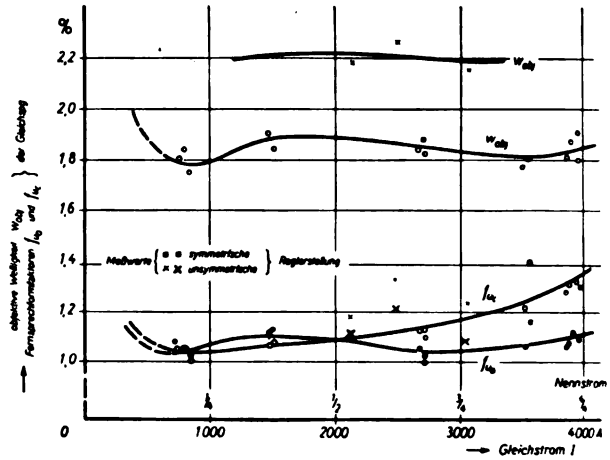


Abb. 7. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1. Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung bei verschiedener Gleichrichterlast.

Die Fernsprechformfaktoren betragen ungefähr

$$f_{U_0} = 1{,}0 \text{ bis } 1{,}2\% \qquad f_{U_c} = 1{,}0 \text{ bis } 1{,}4\%$$

und ändern sich mit der Gleichrichterbelastung nur wenig, nehmen aber bei sehr kleiner Last mit der Welligkeit zu. Die Formfaktoren sind von der Reglerstellung praktisch unabhängig, da die bei unsymmetrischen Primärspannungen auftretende Unterwelle von 100 Hz nur ein sehr kleines Störgewicht hat.

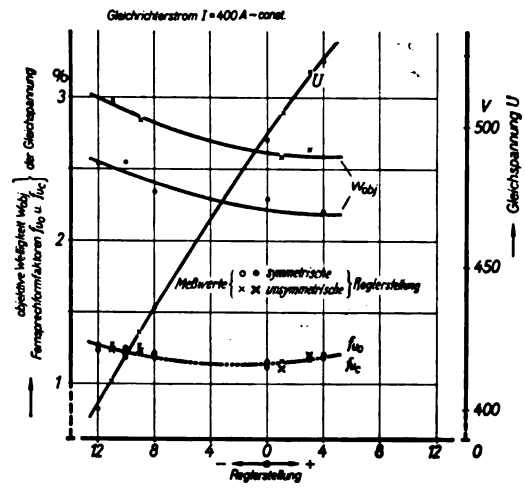


Abb. 8. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 1. Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung bei verschiedener Reglerstellung.

B. Gleichrichter Nr. 2.

a) Arbeiten im Zwölfphasenbetrieb. — Die Verschiebungs- und Leistungsfaktoren zeigt Abb. 9, wo vergleichsweise auch die entsprechenden Kurven für einen Sechsphasen-Gleichrichter derselben Nennstromstärke dargestellt sind. Der Zwölfphasen-Gleichrichter hat bei stärkerer Belastung nur sehr geringe Unterschiede zwischen dem Leistungs- und Verschiebungsfaktor.

Digitized by Google

Die $\cos\varphi$- und $\cos\varphi'$-Kurven nehmen nach Vollast hin etwas ab infolge der zunehmenden Überlappung (Kommutierungsblindleistung). Die $\cos\varphi$-Linie entspricht im Bereich größerer Belastung etwa der Spannungskennlinie und schneidet beim geradlinigen Extrapolieren nach Leerlauf die Ordinate etwas unterhalb von 1 statt theoretisch, d. h. ohne Magnetisierungsleistung der Transformatoren, genau bei 1.

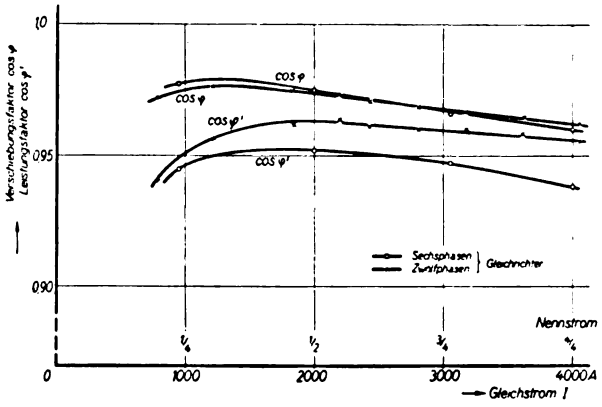
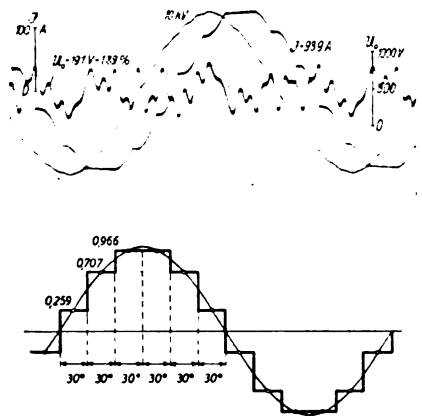


Abb. 9. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 2. Verschiebungs- und Leistungsfaktoren.

Der Primärstrom des Gleichrichters stimmt mit der theoretischen Kurvenform in Abb. 10 gut überein. Der Stromanstieg bzw. Abfall ist im Oszillogramm stark verzögert, d. h. der Gleichrichter arbeitet mit großer Überlappung.

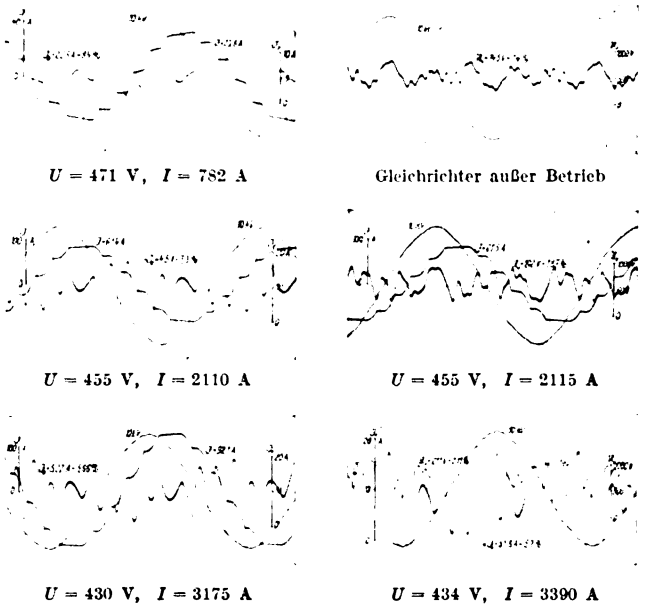


Gleichspannung U = 436 V, Gleichstrom I = 3255 A

Abb. 10. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 2. Primärstrom, Oszillogramm und theoretische Kurvenform.

Der Gleichrichter Nr. 2 hat eine andere primäre Stromkurve als der Gleichrichter Nr. 1. Die theoretischen Oberwellenbeträge sind bei beiden Gleichrichtern dieselben. Die Treppenstufen sind aber gegen die Sinuslinie um 15° versetzt, wodurch die 11. und 13. Stromoberwelle in Gegenphase kommen zu den entsprechenden Oberwellen des Gleichrichters Nr. 1. Für die Form der Treppenstufe (Höhe und Breite) gelten ähnliche Überlegungen wie beim Gleichrichter Nr. 1.

Der Oberwellengehalt des Primärstromes (vgl. Abb. 3) nimmt mit wachsender Belastung ab infolge der hiermit größer werdenden Überlappung der Anodenströme von etwa 10 % bei sehr kleiner Last bis auf ungefähr 5 % bei Vollast. Die Überlappung beträgt bei Halblast etwa 15° und bei Vollast knapp 27°; sie ist infolge des höheren Transformator-Blindwiderstandes größer als beim Gleichrichter Nr. 1. Die gemessenen Oberwellenströme sind sehr viel kleiner als die theoretischen Beträge.



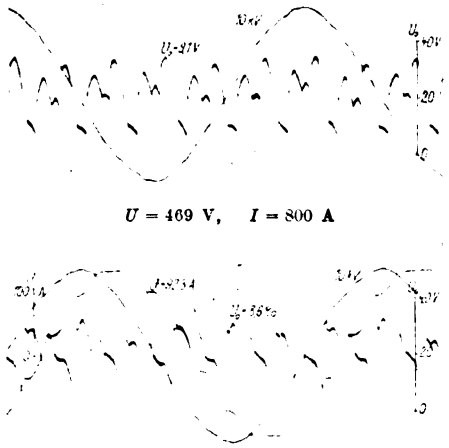
U = 471 V, I = 782 A — Gleichrichter außer Betrieb

U = 455 V, I = 2110 A — U = 455 V, I = 2115 A

U = 430 V, I = 3175 A — U = 434 V, I = 3390 A

Abb. 11. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 2. Primäre Spannungen und Ströme.

Die Abb. 11 zeigt einige charakteristische Oszillogramme mit den primären Strom- und Spannungsoberwellen bei verschiedener Gleichrichterlast. In Abb. 12 sind einige Oszillogramme der gleichstromseitigen Spannungsoberwellen wiedergegeben. Die Oberwellenanteile der einzelnen Frequenzen sind in der Zahlentafel 2 dargestellt. Der Primärstrom enthält auch außer der 11. und 13. Oberwelle noch Beträge der 5. und 7. sowie 17. und 19. Oberwelle. Infolgedessen treten in der Gleichspannung wieder die zugeordneten 6. und 18. Oberwellen auf. Der Gleichrichter Nr. 2 arbeitet somit ebenfalls nicht vollkommen im „reinen" Zwölfphasenbetrieb, sondern teilweise noch mit den Merkmalen des Sechsphasenbetriebes.



U = 469 V, I = 800 A

U = 435 V, I = 3185 A

Abb. 12. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 2. Oberwellen der Gleichspannung.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

Akustikverbesserung in Kirchen.

Von R. Forberger, Berlin.

621. 395. 623. 7 : 726. 5

Übersicht. Der folgende Aufsatz soll eine Übersicht geben über die Wege zur Feststellung der akustischen Fehler in kirchlichen Räumen, über die Mittel zu ihrer Behebung und über die zu beachtenden Gesichtspunkte bei der Planung und Aufstellung von Lautsprecheranlagen zur Akustikverbesserung.

Zu den schwierigsten Aufgaben, die in der Elektro- und Raumakustik zu lösen sind, gehört die Verbesserung der Hörsamkeit in Kirchen. Gerade kirchliche Bauten weisen in dieser Hinsicht sehr ungünstige Verhältnisse auf: In vielen großen Kirchen ist die Verständlichkeit so schlecht, daß nur ein geringer Teil der Besucher der Predigt folgen kann, auch dann, wenn ein guter und geübter Redner spricht. Die Notwendigkeit, hier Abhilfe zu schaffen, ist also offensichtlich. Leider kann das übliche Mittel zur Verbesserung der Akustik, der Einbau von Dämpfungsstoffen, fast nie angewendet werden, so daß hier völlig andere Fragen auftreten, als wir sie bei Vortrags-, Versammlungs- und Musikräumen gewöhnt sind.

In fast allen Kirchen ist mit sehr langen und frequenzabhängigen Nachhallzeiten zu rechnen. Unter der Nachhallzeit wird die Zeit verstanden, innerhalb der die Energiedichte vom eingeschwungenen Zustand auf den 10^{-6}ten Teil fällt. Man berechnet sie nach:

$$T = \frac{0{,}161\,V}{A}.$$

Darin bedeutet T die Nachhallzeit in s, V das Volumen in m³ und $A = \Sigma a_n F_n$ die Summe aller Produkte aus Fläche der schallabsorbierenden Stoffe in m² und Absorptionskoeffizienten. Diese Formel erklärt ohne weiteres die großen Nachhallzeiten in Kirchen. Der Rauminhalt ist im Vergleich meist groß und die Absorption wegen der verwandten Baustoffe und des Fehlens fast jeder Auskleidung sehr klein. So hat man im Dom zu Speyer Nachhallzeiten von 11 s gemessen und im Dom zu Magdeburg solche von 16 s.

Der Nachhall hat zweierlei zur Folge: Einmal erhöht er die Lautstärke wesentlich. In nicht allzugroßen Räumen übertrifft der Anteil der Schallenergie, den der Nachhall beiträgt, bei weitem den Anteil des direkten Schalles. Es wäre deshalb einem Prediger in einer Kirche von durchschnittlicher Größe, in der man durch irgendwelche Maßnahmen den Nachhall unterdrückt hätte, unmöglich, sich auf den entfernteren Plätzen verständlich zu machen. Ebenso ist der Nachhall der Träger der Lautstärke beim Orgelspiel.

Die zweite Folge des Nachhalls ist ein Nachklingen der Töne und Silben, das bei einer längeren Dauer zu einem Verwischen der Darbietungen führen kann. Bei Sprache ist dieses Nachklingen nur in sehr beschränktem Umfang erwünscht, soweit es zur Erhöhung der Wirkung des Wortes beiträgt. In einem Raum ohne Nachhall, einem sogenannten schalltoten Raum, verliert nämlich eine Rede viel an Stimmung und Eindruck. Sie klingt trocken und langweilig, auch wenn ein ausgezeichneter Redner spricht. Allerdings ist beim Sprechen der Größe des Nachhalls eine Grenze gesetzt, sie liegt etwa bei 1,5 s, die in fast jeder Kirche überschritten wird.

Wir brauchen einerseits eine sehr lange Nachhallzeit für Gesang und Orgelspiel, anderseits muß bei der Predigt überall die Verständlichkeit gesichert sein, was auf die Forderung einer wesentlich kürzeren Nachhallzeit hinausläuft. Durch raumakustische Maßnahmen lassen sich beide Forderungen gleichzeitig nur in den seltensten Fällen erfüllen. Es gibt aber noch eine zweite Möglichkeit, die Verständlichkeit in einem Raume sicherzustellen, und zwar durch eine Lautsprecheranlage.

Die Verständlichkeit hängt in erster Linie ab von dem Verhältnis der Energie des Nutzschalles zur Energie des Störschalles. Sinkt dieses Verhältnis unter ein bestimmtes Maß, so wird die Predigt unverständlich. Zum Nutzschall gehört der direkte Schall und jener Anteil des Nachhalles, der innerhalb von etwa $^1/_{16}$ s zum Ohr des Zuhörers gelangt. Alles andere vom Nachhall gehört zum Störschall, woraus hervorgeht, daß mit längerwerdendem Nachhall der Störschall zunimmt. Der Einbau von Dämpfungsstoffen zur Erhöhung der Verständlichkeit bedeutet die Verminderung des durch den Nachhall verursachten Störschalles. Man kann die Verständlichkeit aber auch dadurch erhöhen, daß man den Anteil des direkten Schalles vergrößert. Das ist möglich durch den Einbau einer Lautsprecheranlage, deren Lautsprecher so verteilt werden, daß der direkte Schall überall genügend groß ist, um durch ein ausreichendes Verhältnis vom Nutzschall zum Störschall die Verständlichkeit zu gewährleisten. Der

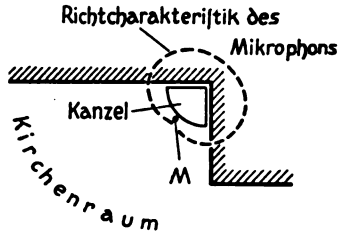


Abb. 1. Aufstellung eines Mikrophons mit nierenförmiger Richtcharakteristik auf der Kanzel.

große Vorzug dieses Verfahrens besteht in der Möglichkeit, die Verständlichkeit für Sprache sicherzustellen, ohne den für die getragene Kirchenmusik günstigen Nachhall unterdrücken zu müssen. Außerdem ist sie viel billiger als der Einbau von Dämpfungsstoffen oder sonstige bauliche Änderungen und erfordert keine Eingriffe in die Architektur der Räume.

Ergibt eine Prüfung, daß die Verständlichkeit überall gut ist, bis auf die von der Kanzel abgelegenen Teile, und liegen diese Teile in Sicht des Sprechers, so kann eventuell ein Lautsprecher mit Richtwirkung über dem Redner (Kanzel) Abhilfe schaffen. Selbstverständlich muß dann das Mikrophon vor dem Schall aus dem Lautsprecher gut geschützt, bzw. ein Mikrophon mit Richtwirkung benutzt werden (Abb. 1). Diese Art der Anbringung des Lautsprechers ist an und für sich die natürlichste, läßt sich jedoch leider nur in wenigen Fällen benutzen, weil sie die Gefahr stärkeren Nachhalls sowie von Echos und akustischer Rückkopplung bringt. Will man diese Gefahren von vornherein vermeiden, werden die mit weniger Energie betriebenen Lautsprecher in den mit Schall zu versorgenden Raumteilen untergebracht. Die Möglichkeit der Bildung zusätzlicher Echos usw. wird dadurch eingeschränkt. Auch gelingt es eher, den Lautsprecher so aufzustellen, daß er den ihm zukommenden Raumteil gleichmäßig und ausreichend bespricht.

Seitenschiffe erfordern fast immer die Aufstellung besonderer Lautsprecher. Gelangt vom Hauptschiff keine oder sehr wenig Schallenergie in das Seitenschiff und ist es nicht allzu groß, so kommt man fast immer mit einem einzigen geschickt aufgestellten Lautsprecher aus. Dringt

Digitized by Google

jedoch vom Hauptraum viel Nachhall herein oder wird das Seitenschiff leicht in seiner Raumresonanz angeregt, so ist es notwendig, die Lautsprecher aufzuteilen, um mit möglichst wenig Schallenergie auszukommen und diese doch überallhin und gleichmäßig abzustrahlen (Abb. 2).

Das gleiche Hilfsmittel, die möglichst weitgehende Verteilung des direkten Schalles, muß hauptsächlich angewandt werden, wenn der Nachhall im gesamten Raum

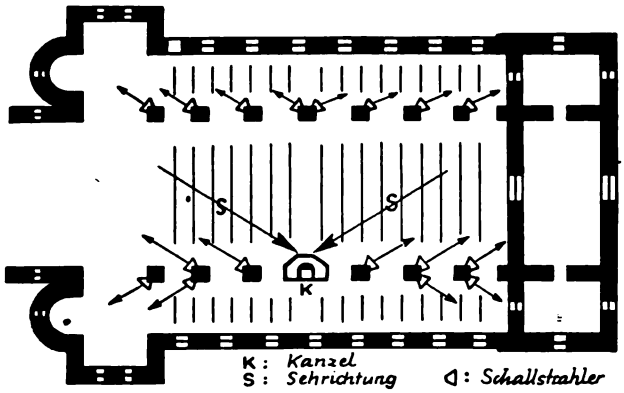


Abb. 2. Richtige Abstrahlrichtung von Lautsprechern.

so groß ist, daß nur in unmittelbarer Nähe des Redners etwas zu verstehen ist. Es müssen dann viele kleine Lautsprecher aufgestellt werden, so daß sich jeder Kirchenbesucher in unmittelbarer Nähe eines Lautsprechers befindet und so viel direkten Schall von ihm erhält, daß er gut verstehen kann trotz des herrschenden Störschalles durch Nachhall usw. (Abb. 2).

Im allgemeinen genügen für den Einbau in Kirchen kleine und billige Lautsprecher mit ½ bis 2 W Belastung.

Abb. 3. Lautsprecher als Ampel verkleidet.

Die Aufgabe der Lautsprecher besteht im wesentlichen darin, die höheren Frequenzen (Konsonanten) abzustrahlen. Da in den Kirchenräumen der Nachhall immer die tiefen Frequenzen bevorzugt, kommt für diesen Frequenzbereich ohnehin immer genügend Lautstärke von der Schallquelle selbst, vorausgesetzt, daß durch die Lautsprecher nur Sprache übertragen wird.

Rundstrahler, die den Schall nach allen Seiten abgeben, haben sich in Kirchen nicht bewährt, da ein zu großer Teil der von ihnen abgestrahlten Schallenergie zum Aufschaukeln des Raumes beiträgt. Ampeln dürfen deshalb nur als äußere Verkleidung benutzt werden (Abb. 3).

Da die höheren Frequenzen eine beachtliche Richtwirkung haben, sollten die Lautsprecher nach Möglichkeit so aufgestellt werden, daß die Membran in Sicht aller zum betreffenden Lautsprecher gehörenden Zuhörer ist. Man kann dann sicher mit guter Verständlichkeit rechnen. Werden die Lautsprecher (Abb. 2) so aufgestellt, daß sie von vorn sprechen, erhält man fast immer den Eindruck, als ob der Redner unmittelbar gehört würde. Wesentlich trägt dazu bei, daß ein großer Teil der Schallenergie (die Tiefen) auch aus der Richtung des Redners zum Hörer gelangt. Weiter ist zu beachten, daß die Rückseite der Lautsprecher sich nicht vor Nischen oder anderen Hohlräumen befindet, da solche Räume Anlaß zur Erhöhung des Nachhalls geben.

Ein ungefähres Bild vom Nachhall und seiner Frequenzabhängigkeit kann man auch ohne Instrument rein

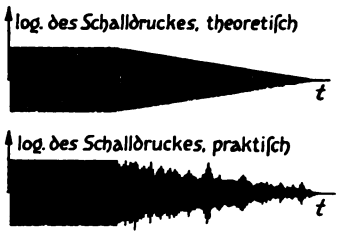


Abb. 4. Nachhallkurve, theoretisch und praktisch aufgenommene.

gehörmäßig erhalten, wenn eine Schallquelle mit halbwegs frequenzunabhängiger Schallabstrahlung zur Verfügung steht. Auch eine Frequenzplatte, bei der man weiß, wie man den Verstärker regeln muß, um immer gleich viel Schall in den Raum zu senden, ist brauchbar.

Besser arbeitet man mit Meßinstrumenten. Für die Praxis am brauchbarsten sind die Nachhallmeßgeräte, die die Nachhallkurve im Logarithmensystem aufzeichnen, d. h. bei denen die Nachhallkurve von Geraden begrenzt wird (Abb. 4).

Hier muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß die theoretische Nachhallkurve — eine *E*-Kurve im gewöhnlichen Ordinatensystem, eine Gerade im logarithmischen — unter sehr viel Voraussetzungen errechnet

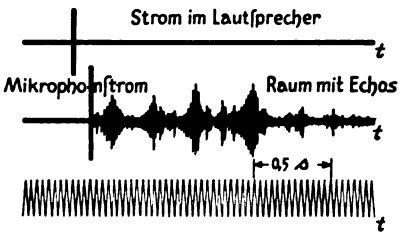


Abb. 5. Oszillogramm einer Kurztonprüfung.

worden ist, und daß man diese Kurven deshalb praktisch kaum jemals in einer Kirche erhalten wird (Abb. 4). Gewöhnlich ist ein An- und Abschwellen der Kurve wie bei einer Überlagerung zu bemerken. Auch werden oft an den verschiedenen Stellen verschieden lange Nachhallzeiten gemessen. Ebenso werden die Kurven durch Reflexion, stehende Wellen usw. verzerrt.

Die Messungen werden vorgenommen, indem man die Lautsprecher an den Sprechstellen und die Mikrophone an den Zuhörerplätzen (an den ungünstigsten) aufstellt. Beabsichtigt man, größere Lautsprecher einzubauen, so wird auch der Nachhall dieser Lautsprecher gemessen.

Ein Meßverfahren, das viel zur Klärung der Verhältnisse in einer Kirche beitragen kann, ist die Kurztonprüfung (Abb. 5). Bei diesem Verfahren sendet man wiederholt einen ganz kurz dauernden Ton und zeichnet sowohl Lautsprecher- wie Meßmikrophonstrom auf einem Oszillogramm auf. Aus dem Oszillogramm lassen sich sehr gut

Digitized by Google

Schallaufzeiten feststellen und damit die Orte von Reflexions- und Echoerscheinungen. Indem man an Stelle des ganz kurzen Schalles einen etwas längeren sendet, kann man den Raum unter Verhältnissen prüfen, die sich der praktischen Benutzung nähern. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß das Mikrophon eine andere Richtwirkung als das Ohr hat, daß der benutzte Lautsprecher meist schärfer gebündelt abstrahlt als ein Sprecher usw. Modellversuche wird man selten durchführen, da sie zuviel Aufwand erfordern.

Außer der Aufstellung der Lautsprecher bietet auch die des Mikrophons gewisse Schwierigkeiten, was in so halligen Räumen, wie sie Kirchen sind, leicht erklärlich ist. Beim Mikrophon für die Kanzel muß die richtige Wahl getroffen werden zwischen einer Aufstellung so nahe am Redner, daß das Mikrophon im wesentlichen den Schall unmittelbar empfängt und einer Entfernung, die so groß ist, daß geringe Bewegungen des Predigers die Lautstärke nicht zu sehr schwanken lassen. Kohlemikrophone sind wegen ihrer Reizschwelle und wachsenden Verzerrungen bei größer werdenden Amplituden nicht so brauchbar wie dynamische oder Kondensatormikrophone. Besonders geeignet erscheinen die Kondensatormikrophone mit nierenförmiger oder achtförmiger Richtcharakteristik. Die Aufstellung des Mikrophons beim Altar erfolgt meist fliegend. Soll ein Mikrophon durch eine Abschirmung durch den Schall geschützt werden, so muß man sich bewußt sein, daß nur verhältnismäßig große Abschirmungen Zweck haben.

Mit der Festlegung der Aufstellungsplätze von Lautsprecher und Mikrophon ist der schwierigste Teil der Arbeit erledigt. Die Planung der Verstärkerzentrale bietet kaum noch Schwierigkeiten. Wenn auch trotz der vielen Lautsprecher der Energiebedarf einer Kirche überraschend gering ist, so sollte man immer den Verstärker ausreichend groß wählen, um stets genügend Leistungsreserve zu haben. Die Verstärkerzentrale ist auf alle Fälle mit einem wirksamen Entzerrer auszurüsten, der die tiefen Frequenzen bis gegen 400 Hz stufenweise vollkommen abzuschneiden ermöglicht. Die Tonblenden in den handelsüblichen Verstärkern genügen nicht. Manchmal wird es notwendig sein, die Energie für die Lautsprecher in verschiedener Weise zu entzerren, da z. B. in einem Nebenraum der Lautsprecher nicht nur Sprache, sondern auch Musik wiedergeben muß. Dann baut man am besten die zusätzlichen Entzerrer zu den Lautsprechern. Einen Spieltisch wird man dann aufstellen, wenn beabsichtigt ist, auch Schallplattenmusik zu übertragen.

Die Energie für eine Schwerhörigenanlage, die man wohl immer vorsehen wird, wenn eine Akustikverbesserungsanlage zu errichten ist, kann man dem Hauptverstärker über einem Regler entnehmen. Bei den Kopfhörern in den Bänken sind weitere Regler vorzusehen, da die Lautstärke nach den verschiedenen Graden der Schwerhörigkeit eingestellt werden muß.

Die Leitungsverlegung in Kirchen bietet insofern gewisse Schwierigkeiten, als meist nicht unter Putz verlegt werden kann und auch mit offenen Leitungen nicht über freie Wände gegangen werden darf. Bei geschickter Ausnutzung von Fugen zwischen den Steinen, von Bankreihen und dergleichen wird man auch hier immer eine befriedigende Lösung finden. Um die Gleichrichterleitungen zu sparen, empfiehlt es sich, für Kirchen permanente Lautsprecher zu wählen.

Neben der Verwendung der Verstärkeranlage zur Verbesserung der Akustik gibt es aber noch eine Reihe anderer Möglichkeiten, sie auszunutzen. Erwähnt wurden bereits Anlagen, die es den Schwerhörigen ermöglichen, den Gottesdienst mitanzuhören und die heute schon in vielen Kirchen eingebaut sind. Weiter kann in Kirchen, die über die entsprechenden Einrichtungen nicht verfügen, die Anlage zur Wiedergabe von Musik benutzt werden, z. B. von Orgelkonzerten und Gesang. Auch läßt sich Glockengeläute durchaus natürlich mit Hilfe einer Akustikverbesserungsanlage zu Gehör bringen, wobei nur zu berücksichtigen ist, daß dann die Entzerrer ausgeschaltet werden müssen. Schließlich können auch an eine Akustikverbesserungsanlage andere Räume angeschlossen oder die Predigt ins Freie übertragen werden, wenn, wie z. B. bei Wallfahrtskirchen, der Platz für die Besucher nicht ausreicht.

Zusammenfassung.

In Kirchen kann das übliche Mittel der Akustikverbesserung, die Dämpfungserhöhung, nur beschränkt angewendet werden, weil Musik und Sprache verschieden lange Nachhallzeiten erfordern. Zur Akustikverbesserung verwendet man deshalb Verstärkeranlagen mit vielen verteilten Lautsprechern, die so aufgestellt werden, daß der unmittelbare Schall an jeder Stelle des Kirchenraumes den reflektierten an Stärke wesentlich übertrifft. Wegen der Richtwirkung der hohen Frequenzen sind die Lautsprecher so aufzustellen, daß jeder in Sicht der zu ihm gehörenden Zuhörer bleibt. Die Strahlrichtung ist nach Möglichkeit von der Kanzel weg zum Zuhörer zu wählen. Als Mikrophon werden zweckmäßig solche mit geeigneter Richtcharakteristik benutzt. Die Verstärkerzentrale ist unbedingt mit einem Entzerrer zum Abschneiden der Tiefen zu versehen. Der Planung hat eine Prüfung der Raumakustik voranzugehen.

Modellversuche über Blitzeinschläge.

Von **Adolf Matthias** VDE, Berlin.

(Fortsetzung von S. 883.)

551. 594. 22. 001. 5 : 621. 315 : 621. 316. 98

Einfluß der Erdoberfläche und Vorgänge im Erdreich.

Das Ansetzen von Entladungsgebilden an der Erdseite hängt stark von deren Oberflächengestaltung ab. Das zeigt sich sehr deutlich, wenn eine auch nur ganz kurze Spitze aus einer unbedeckten Platte herausragt, oder wenn bei sandbedeckter Platte eine mit ihr verbundene Spitze gerade mit der Sandoberfläche abschneidet. Es ist verständlich, daß ein solches Büschel bei seinem Zusammenwachsen mit einer von oben kommenden Blitzentladung die Richtung der endgültigen Blitzbahn beeinflussen kann, so daß der Blitz nach einer besonders ausgezeichneten Stelle der Erdoberfläche gewissermaßen hingezogen wird. Das gilt besonders bei negativem Blitzkopf wegen der leichteren Ausbildung der positiven Gegenentladungen.

Von großem Interesse ist in diesem Zusammenhang die vielerörterte Frage, ob auch gutleitende Stellen im Untergrund eine „anziehende" Wirkung auf den Blitz ausüben können. Grundsätzlich kann man hierzu folgende Betrachtung anstellen: Während des Vorwachsens des Blitzkopfes strömt zunächst die influenzierte Gegenladung zu den Gebieten, auf welche der Blitzkopf zuwächst. Dabei handelt es sich zu einem Teil um einen Ladestrom,

Digitized by Google

der wegen der großen Oberfläche bei Verteilung über breite Querschnitte gleichmäßigen Erdreichs nur mäßige Stromdichte hat. Sobald aber an besonderen Stellen Entladungskanäle herauswachsen, verstärkt sich der Strom und vor allem seine örtliche Dichte. Dann kann sehr wohl der Widerstand der unterirdischen Zuführungsbahn von Einfluß werden und bei örtlichen Verschiedenheiten das Vorwachsen des einen Büschels gegenüber dem anderen begünstigen. Eine weitere Frage ist es, ob auch eine eingebettete, gutleitende Bahn, z. B. ein Kabel, ein Bodenseil oder eine Wasserader, leichter getroffen werden kann als die Umgebung. Bei solchen Fragen wird es sehr auf die allgemeine Leitfähigkeit des Erdreichs, insbesondere seinen Feuchtigkeitsgehalt, ankommen.

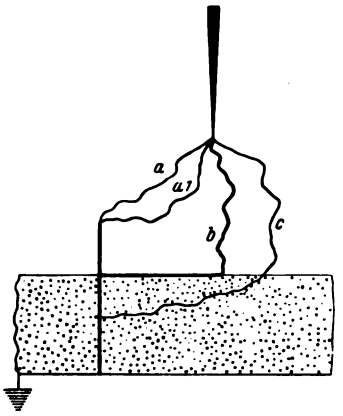


Abb. 6. Einfluß des Erdreichs auf die Blitzbahn.

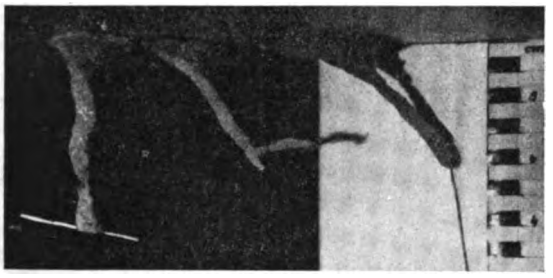


Abb. 7. Blitzkanäle im Sand.

Bei diesbezüglichen Versuchen[4]) hat sich gezeigt, daß unter der Erdoberfläche liegende Leiter, welche an die das Grundwasser darstellende Platte angeschlossen sind, sehr wohl die Blitzrichtung beeinflussen können. Schon bei senkrechten über der Erdoberfläche endenden Leitern (Abb. 6) sind verschiedene Fälle möglich. Die Bahn a_1 statt a erhält man bei besserer Leitfähigkeit des Erdreichs. Bei b ist die Bahn von der Auftreffstelle längs der Erdoberfläche zur Stange gegangen, bei c unter der Erde. Colditz und Müller haben ein sehr schönes Verfahren angegeben, unterirdische Blitzkanäle zu studieren. Es besteht im Ausgießen mit Paraffin und ist, wenn das Erdreich nicht gar zu trocken ist, gut brauchbar. Abb. 7 zeigt solche Abgüsse von Blitzkanälen, welche an eingebetteten Leitern enden.

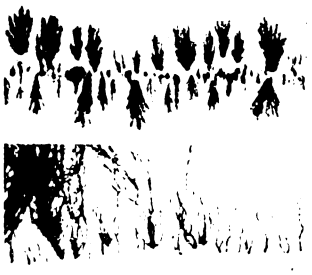


Abb. 8. Entladungen an einem unterirdischen Leiter (oben negative, unten positive Entladung).

Weiterhin wurde festgestellt, daß während des Herannahens des Blitzkopfes auch ohne Zündung eines Blitzes zur Erde in den Poren des Erdreiches in der Umgebung eingebetteter Leiter Entladungserscheinungen auftreten. Zu diesen Untersuchungen wurden Streifen lichtempfindlichen Papiers an die Erdungsdrähte oder Platten gelegt. Am deutlichsten werden die Erscheinungen im trockenen Sand. Abb. 8 zeigt sie bei 1 000 000 Ωcm und zwar oben an einem negativen Erddraht, unten an einem positiven. Auch bei feuchtem Sand, z. B. von 100 000 Ωcm, waren solche Entladungsfiguren noch sehr schön aufnehmbar. Ähnliche Bilder wurden an Spitzen und an Plattenrändern aufgenommen.

Ferner zeigte sich, daß durchfeuchtete Stellen der 10 cm dicken Sandschicht als Einschlagstellen bevorzugt wurden.

Beeinflussung der Einschlagstelle.

Die vorstehend mitgeteilten Ergebnisse haben deutlich gezeigt, daß man mit schematischen Betrachtungen über den Schutzbereich einer Blitzableiterstange vorsichtig sein muß. Aus einfachen geometrischen Betrachtungen lassen sich zuverlässige Schutzraumformeln nicht aufstellen; denn die vielfache Verästelung des Blitzkopfes einerseits und die Vielzahl von Entladungsbahnen, die ihm von der Erdoberfläche entgegenwachsen können, lassen erkennen, wie mannigfaltig die Einschlagmöglichkeiten sind. Es zeigt sich offenkundig, daß es in großem Maße auf die Gestalt und Lage der im Schutzraum befindlichen Gegenstände ankommen wird. Dabei spielt, wie wir gesehen haben, auch die Leitfähigkeit des Untergrundes und ihre örtliche Verteilung eine Rolle. Insbesondere muß beachtet werden, daß die mehr oder weniger große Leitfähigkeit des Erdbodens einerseits den Vorstrom zum Blitzableiter, anderseits aber auch den zu schützenden Gegenstand beeinflussen kann, und daß diese Einflüsse sich nicht gerade auszugleichen brauchen. Schließlich ist auch die Polarität nicht gleichgültig.

Bei dieser Sachlage genügt es nicht, beim Modellversuch eine einzelne Schutzstange auf eine gut leitende Ebene zu stellen, sondern man wird nicht umhin können, Fälle, an deren Klärung man besonders interessiert ist, durch eine möglichst genaue Abbildung der zu schützenden Umgebung mit einer Vielzahl von Stößen beider Polaritäten zu untersuchen. Dabei muß auch die Lage der Blitzkopfspitze in einem weiten Bereich verändert werden.

Im folgenden werden Ergebnisse von einigen Versuchen mitgeteilt, die aus den genannten Gründen nicht als Grundlage für Schutzkreisberechnungen dienen können, aber doch für vergleichende Betrachtungen Bedeutung haben. Sie geben besonders einen Begriff von der Größe der Gefährdung einzelner Erhebungen über der Ebene.

Einige Versuchsreihen wurden mit senkrechten Spitzen (Stangen) gemacht, die aus einer unbedeckten ebenen Eisenplatte herausragten. Die Blitzkopfspitze lag für beide Polaritäten 300 mm hoch, genau über der Stange. Bei negativem Blitzkopf lenkten die positiven Gegenbüschel viel mehr Blitze zur Spitze hin. Bereits bei 5 mm hoher Spitze (Stange) gingen alle Blitzschläge in diese, bei umgekehrter Polarität nur ein Drittel. Die Schläge, welche nicht in die Stange gingen, trafen die Platte außerhalb eines einschlagfreien Kreises, dessen Radius der Spitzenhöhe etwa proportional war. Bei 5 mm Stangenhöhe betrug dieser Radius bei positivem Blitzkopf etwa 25 mm, bei negativem ungefähr 50 mm, also doppelt soviel. Diese Versuchsergebnisse lassen zwar Vergleiche über die Schutzwirkung zu. Man darf aber diese Kreise nicht schlechthin als Schutzkreise bezeichnen, da ja nicht alle Blitze senkrecht über der Spitze eintreffen und das Ergebnis außerdem nur für die glatte Ebene gilt.

Abb. 9 zeigt prozentische Trefferzahlen für die Anordnung von vier Stangen im Quadrat, 5 mm hoch, in Abhängigkeit vom zunehmenden gegenseitigen Abstand A. Der Ausgangspunkt (für $A = 0$) entspricht einer einzelnen Stange. Die prozentische Trefferzahl bei posi-

[4]) Dieser Teil wurde von K. Colditz und F. Müller ausgeführt.

Digitized by Google

tivem Blitzkopf ist dann noch gering, nimmt aber mit wachsendem A zu; sie erreicht jedoch bei 5 mm hoher Stange nie den Wert 100, sondern geht durch ein Maximum. Bei negativem Blitzkopf treffen im Gegensatz hierzu in einem größeren Bereich alle Blitze eine der vier Stangen.

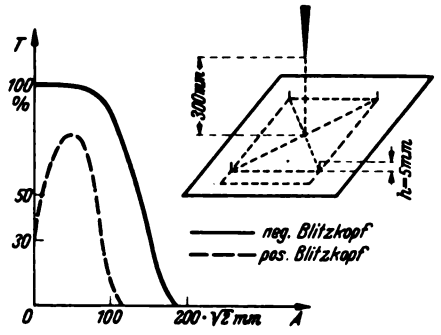


Abb. 9. Blitz über vier Stangen im Quadrat.

Macht man eine Stange so hoch, daß bei senkrecht über ihr befindlichem Blitzkopf die prozentische Trefferzahl bei beiden Polaritäten 100 ist, und läßt die Blitzkopfachse radial nach außen wandern, so erhält man Trefferkurven, die grundsätzlich durch Abb. 10 dargestellt sind. Man sieht auch hier wieder, daß bei negativem Blitzkopf die positiven Gegenentladungen aus der Spitze eine weiterreichende Wirkung geben als bei umgekehrter Polarität.

Solche Versuche sind auch in großer Zahl im Sandkasten gemacht worden, und zwar mit verschieden hoher Leitfähigkeit des Erdreichs. Je trockener der Sand war, desto weiter reichte die anziehende Wirkung der Stange, wieder ein Beweis dafür, daß bereits während des Vorwachsens des Blitzkopfes Unterschiede in der Leitfähigkeit des Untergrundes ihren Einfluß ausüben.

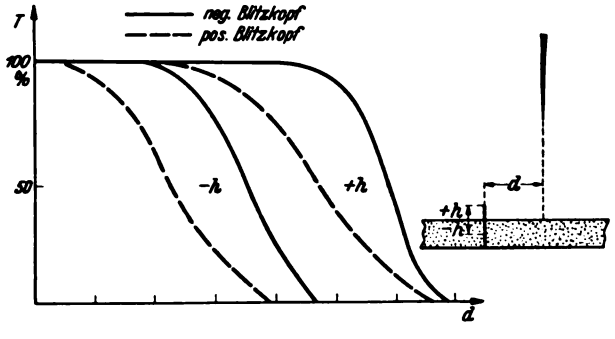


Abb. 10. Seitlich niedergehender Blitz.

Bei derartigen Aufnahmen wurde weiterhin die Höhe h, um welche die Stange aus dem Sand herausragte, allmählich verringert. Die Kurven behielten ihren Charakter, jedoch fielen sie schon bei kleinem seitlichen Abstand d ab. Ja, wenn man h negativ machte, d. h. die Stange unter der Erdoberfläche enden ließ, blieb der Charakter der Kurven erhalten, nicht nur bei trocknem Sand, sondern auch noch bei mittleren Bodenleitfähigkeiten. Der Einflußbereich verringerte sich dabei natürlich allmählich, und schließlich erreichte man mit negativem h und guter Leitfähigkeit bei positivem Blitzkopf auch für $d = 0$ nicht mehr 100 % Treffer.

Wenn eine über den Sand ragende Spitze nicht mit dem „Grundwasser" verbunden, sondern „schlecht geerdet" war, so blieb auch der Charakter der Kurven erhalten, jedoch war der Einflußbereich merklich geringer als bei der gleich hohen, gut geerdeten Spitze. Auch eingegrabene waagerechte Leiter (Wasseradern) und Platten zeigten grundsätzlich das durch Abb. 10 gekennzeichnete Verhalten.

Einschlag in Gebäude.

Wie schon erwähnt, kann man die Wirkung einer Blitzschutzanlage nur im Zusammenhang mit der Gestaltung der Umgebung an einem vollständigen Modell untersuchen. Im Maßstabe 1 : 100 wurde eine Scheune untersucht, deren Länge und Breite mit je 21 m angenommen war, die Höhe mit 12 m. Sie hat eine Firstleitung und sechs Blitzableiterstangen, deren Höhe geändert wurde. Bei einem Teil der Versuche wurde noch eine geerdete Platte P auf dem Dach angebracht, die den Fall darstellen sollte, daß eine Metallmasse sich dicht unter dem Dach befindet. Das Modell wurde auf eine 10 cm dicke Sandschicht gestellt, die Erdleitungen waren bis zum Grundwasser heruntergeführt. Die Blitzkopfspitze befand sich mitten über der Scheune, bei positivem Blitzkopf 85 bis 90 cm hoch über der Erdoberfläche, bei negativem Blitzkopf 65 cm.

Abb. 11. Negativer Blitzschlag in Scheune.

Abb. 12. Positiver Blitzschlag in Scheune.

Wenn die Blitzableiterstangen mehr als 1 m über die Firstleitung herausragten, gingen die Einschläge stets in die Stangen, sonst auch teilweise in die Firstleitung. Abb. 11 zeigt einen negativen Blitzschlag in die Firstleitung der Scheune bei 0,6 m Stangenhöhe. Positive Büschel großer Länge wachsen dem Blitzkopf sowohl aus den Stangen als auch aus der Firstleitung entgegen. Mit abgeschnittenen Funken konnte deutlich gezeigt werden, daß auch schon vor dem Blitzeinschlag Büschel aus den Stangen und aus der Firstleitung herauswuchsen. Bei Abb. 12 ist der Blitzkopf positiv. Es überrascht hier die starke Ausbildung der Gegenfunken. Ihr negativer Charakter ist aber im Vergleich mit dem vorigen Bild deutlich erkennbar.

Bei gleicher Polarität, also positivem Blitzkopf, wurde ein Blitzschlag aufgenommen, welcher in die Firstleitung neben der Platte ging, ohne diese zu treffen. Wenn jedoch die Blitzkopfachse 20 m seitlich vom First neben der Scheune niederging und die sechs Stangen nur 0,15 m hoch waren, gingen bei negativem Blitzkopf manchmal Nebenwege zur Platte, bei positivem nicht. — Man sieht an diesem Beispiel gut, wie sehr es auf eine möglichst umfassende Einzelbehandlung wichtiger Fälle ankommen kann unter Berücksichtigung aller Einflußgrößen.

(Schluß folgt.)

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 171 **Seilspannklemme.** — Bei der Umstellung von Kupfer auf Aluminium, Stahlaluminium und Aldrey im Freileitungsbau war es notwendig, wegen der starken Kerbwirkung der Froschklemme eine neue Seilspannklemme zu entwickeln, die für die empfindlicheren Austauschwerkstoffe besser geeignet ist. Die in Abb. 1 dargestellte Klemme ermöglicht selbst bei hoher Zuglast ein schnelles und sicheres Abspannen des Seiles. Durch lange gerade Klemmenbacken, welche den jeweiligen Querschnitt gut umfassen, wird ein Beschädigen

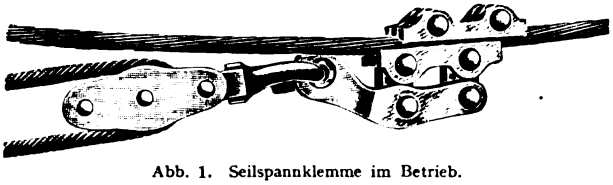


Abb. 1. Seilspannklemme im Betrieb.

oder Verformen des eingespannten Seiles verhindert. Die Backen bestehen aus Aluminium bzw. Stahl und sind mit einer glatten Höhlung zur Aufnahme des Seiles versehen; für Kupfer- oder Stahlseile sind die Backen leicht gerauht. Durch Hebelübersetzung des Spannlaschens wird auf den Leiter ein so starker Flächendruck ausgeübt, daß ein Rutschen verhindert wird. Durch eine in der Seilspannklemme eingebaute Feder haben die Klemmbacken immer das Bestreben, sich zu schließen, die Spannklemme sitzt also, ohne daß die Leitung unter Zug gesetzt wird, auf dem Seil fest. Die Klemme kann durch leichten Druck mit einer Hand aufgesetzt, abgenommen oder nachgesetzt werden. *f.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 436[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen ⌐189¬ und ⌐190¬ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

1. Zusatz zu System ⌐189¬, die Formen DO8r, TDO8r, DO8a, TDO8a, DO8ra und TDO8ra, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter.
2. Zusatz zu System ⌐189¬, die Formen BVDO8r, TBVDO8r, BVDO8ra und TBVDO8ra, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter zur Messung des Blindverbrauches,
3. Zusatz zu System ⌐190¬, die Formen DU8r, TDU8r, DU8a, TDU8a, DU8ra und TDU8ra, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter,
4. Zusatz zu System ⌐190¬, die Formen BVDU8r, TBVDU8r, BVDU8ra und TBVDU8ra, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter zur Messung des Blindverbrauches,

sämtlich hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 15. März 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

In Vertretung:
Gehrcke."

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 89.

Beschreibung[1]).

1. Zusatz.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 398[2]) vom 16. 12. 1935 zur Beglaubigung zugelassenen Zähler der Formen DO8 und TDO8 für Drehstrom ohne Nulleiter können für die gleichen Meßbereiche auch dann beglaubigt werden, wenn sie mit einer Rücklaufhemmung am Zählwerk versehen sind. Sie führen in dieser Ausführung die Formbezeichnungen DO8r bzw. TDO8r. Die Zähler der Formen DO8 und TDO8 können auch mit einem elektrisch gesteuerten Halterelais versehen werden. Die Wirkungsweise des Halterelais ist so, daß im stromlosen Zustand des Relais eine am Anker derselben befestigte Haltezunge in eine am Umfang der Zählertriebscheibe angebrachte Kerbe fällt und damit die Triebscheibe festhält. In dieser Ausführung führen die Zähler die Formbezeichnungen DO8a bzw. TDO8a.

Die Zähler der Formen DO8 und TDO8 können auch beglaubigt werden, wenn sie sowohl eine Rücklaufhemmung wie auch ein Halterelais tragen. Sie führen in dieser Ausführung die Formbezeichnungen DO8ra bzw. TDO8ra.

2. Zusatz.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 398[2]) zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Formen DO8 und TDO8 zur Messung des Wirkverbrauches werden unter den Formbezeichnungen BVDO8r bzw. TBVDO8r in geänderter Ausführung als Blindverbrauchszähler hergestellt. Sie können in Drehstromanlagen ohne Nulleiter zur Messung des Blindverbrauches verwendet und für Nennstromstärken von 5 bis 100 A, für Nennspannungen bis 380 V (verkettet) und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

Die innere Schaltung der Zähler ist im Gegensatz zu der Schaltung der Wirkverbrauchszähler so getroffen, daß der Stromphase R die Spannung ST und der Stromphase T die Spannung RT zugeordnet ist. In den Spannungskreisen befindet sich je ein induktionsfreier Vorwiderstand, der bewirkt, daß in jedem System bei Phasengleichheit von Strom und zugeordneter Spannung zwischen den wirksamen Feldern eine Phasenverschiebung von 60° vorhanden ist.

Die Zähler bringen je nach ihrem Verwendungszweck entweder den Blindverbrauch bei nacheilendem Strom oder den Blindverbrauch bei voreilendem Strom zur Anzeige. Beide Zählerarten sind mit einer Rücklaufhemmung im Zählwerk versehen.

Zur wechselseitigen Inbetriebsetzung bzw. Stillsetzun der Blindverbrauchszähler eines zusammenhängenden Zähleraggregates können die Zähler auch mit dem unter 1. dieser Bekanntmachung beschriebenen Halterelais versehen werden. Sie führen dann die Formbezeichnungen BVDO8ra bzw. TBVDO8ra.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennblindlast ein Drehmoment von etwa 7,4 cmg. Sie liefen bei sin $\varphi = 1$ mit etwa 0,4% des Nennstromes an. Die Drehzahl betrug bei Nennblindlast etwa 37 U/min. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 58 g ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen betrug bei einem Zähler für 100 V Nennspannung etwa 2 × 2,05 W und bei einem Zähler für 380 V Nennspannung etwa 2 × 2,15 W. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 5 A Nennstrom auf etwa 2 × 0,28 W und bei 100 A Nennstrom auf etwa 2 × 4,19 W.

3. Zusatz.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 398[2]) zur Beglaubigung zugelassenen Zähler der Formen DU8 und TDU8 für Drehstrom mit Nulleiter können für die gleichen Meßbereiche auch dann beglaubigt werden, wenn sie mit einer Rücklaufhemmung am Zählwerk versehen sind. Sie führen in dieser Ausführung die Formbezeichnungen DU8r bzw. TDU8r.

Die Zähler der Formen DU8 und TDU8 werden auch mit dem unter 1. dieser Bekanntmachung beschriebenen Halterelais unter den Formbezeichnungen DU8a und TDU8a und in Ausführung mit Rücklaufhemmung und Halterelais unter den Formbezeichnungen DU8ra bzw. TDU8ra hergestellt und können auch in diesen Ausführungen beglaubigt werden.

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 436 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) ETZ 57 (1936) S. 588.

Digitized by Google

4. Zusatz.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 398[1]) zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Formen DU8 und TDU8 zur Messung des Wirkverbrauches werden unter den Formbezeichnungen BVDU8r bzw. TBVDU8r in geänderter Ausführung als Blindverbrauchszähler hergestellt. Sie können in Drehstromanlagen mit Nulleiter zur Messung des Blindverbrauchs verwendet und für Nennstromstärken von 5 bis 100 A, für Nennspannungen bis 555 V (verkettet) und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

Die innere Schaltung der Zähler ist im Gegensatz zu der Schaltung der Wirkverbrauchszähler so getroffen, daß der Stromphase R die Spannung SO, der Stromphase S die Spannung TO und der Stromphase T die Spannung RO zugeordnet ist. In den 3 Spannungskreisen befindet sich je ein induktionsfreier Vorwiderstand, der bewirkt, daß in jedem Triebsystem bei Phasengleichheit von Strom und zugeordneter Spannung zwischen den wirksamen Feldern eine Phasenverschiebung von 60° vorhanden ist.

Die Zähler werden wie die unter 2. dieser Bekanntmachung zugelassenen Zähler zur Messung des Blindverbrauchs bei nacheilendem Strom oder bei voreilendem Strom gebaut. Sie sind mit einer Rücklaufhemmung im Zählwerk versehen.

Diese Zähler können ebenfalls mit einem Halterelais gemäß 1. dieser Bekanntmachung ausgestattet sein. Sie führen dann die Formbezeichnungen BVDU8ra bzw. TBVDU8ra.

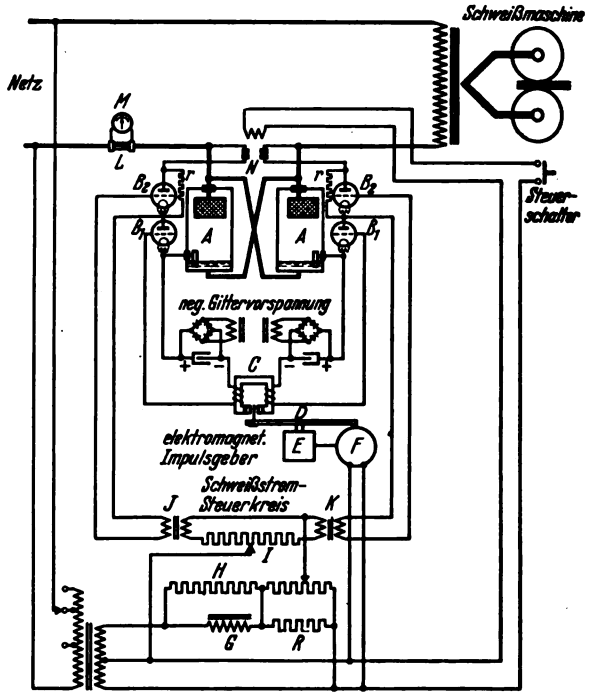
Die untersuchten Zähler hatten bei Nennblindlast ein Drehmoment von etwa 13,3 cmg. Sie liefen bei sin $\varphi = 1$ mit etwa 0,4% des Nennstromes an. Die Drehzahl der Zähler betrug bei Nennblindlast etwa 38 bis 48 U/min. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 87 g ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen betrug bei einem Zähler für 100/173 V Nennspannung etwa 3 × 1,98 W und bei einem Zähler für 320/550 V Nennspannung etwa 3 × 2,80 W. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 5 A Nennstrom auf etwa 3 × 0,30 W und bei 100 A Nennstrom auf etwa 3 × 4,42 W.

Elektrowärme.

621. 314. 653. 07 : 621. 367 **Stromrichtergesteuerte Nahtschweißmaschinen.** — Für die Widerstandsschweißung ist eine genaue Bemessung der Schweißzeit und der Schweißstromstärke von ausschlaggebender Bedeutung. Die Verwendung von gittergesteuerten Stromrichtgefäßen[2]) an Stelle von mechanischen Schalteinrichtungen hat zu einer immer weitergehenden Verbreitung der Punkt- und Nahtschweißung in der Praxis geführt. Die günstigen Ergebnisse dieser „Kurzzeit-Schweißung" bei der Verarbeitung von Nichteisenmetallen und Legierungen sowie oberflächenvergüteten Stählen sind bekannt[3]).

Als Entladungsgefäße für Schweißmaschinen gelangen in der letzten Zeit immer mehr solche der Ignitron-Bauart zur Anwendung. Das Ignitron[4]) erscheint für diese Zwecke wegen der hohen Belastbarkeit seiner Quecksilberkathode besonders geeignet. Bei ihm wird die Entladung bekanntlich jedesmal wieder von neuem gezündet (Initialzündverfahren), und zwar dadurch, daß durch einen Halbleiterstift, der in das Kathodenquecksilber eintaucht, ein Hilfsstrom von bestimmter Mindestgröße geschickt wird.

Ein neuartiges Steuergerät für eine Nahtschweißmaschine mit Ignitrons beschreibt J. W. Dawson. Die Schaltung zeigt mit gewissen Vereinfachungen Abb. 2. Der zeitliche Beginn des Zündstromes für die Ignitrons A wird von den Hilfsstromrichtern B_1 und B_2 bzw. von deren Steuerkreisen bestimmt. Der Steuerkreis der Hilfsgefäße B_1 besteht außer Hilfsgleichrichtern für eine negative Gittervorspannung aus einem elektromagnetischen Impulsgeber. Dieser bestimmt bei der Nahtschweißung sowohl die Zahl der vollen Stromhalbwellen bei jedem Schweißpunkt wie auch die Zahl der stromlosen Halbwellen zwischen den einzelnen Schweißvorgängen. Er besteht im einzelnen aus einer Scheibe aus Aluminium, die, von einem Synchronmotor über ein Schneckengetriebe angetrieben, in jeder Sekunde eine Umdrehung macht. Auf den Umfang der Scheibe sind 120 Bohrungen gleichmäßig verteilt. In einem 60 Hz-Netz ist somit jede Bohrung mit einer Halbwelle gleichbedeutend. In diese Bohrungen können genau passende Stahlstifte eingesetzt werden, die von der sich drehenden Scheibe zwischen die Pole eines Dauermagneten C hindurchgeführt werden. Bei jedem Durchgang eines solchen Steuerstiftes werden in den Spulen auf den Schenkeln des Dauermagneten Spannungen induziert, die die Steuergitter der Hilfsgefäße B_1 positiv machen. Das Gefäß B_1, das gerade die positive Anodenspannung besitzt, zündet. Sein Anodenstrom muß durch geeignete Bemessung des Begrenzungswiderstandes r kleiner sein als der Zündstrom des Ignitrons. Die Bohrungen, die nicht mit Steuerstiften bestückt werden, bestimmen dann den Zeitraum zwischen den einzelnen Schweißpunkten.



A	Ignitron		chung der Steuerkennlinien und Spannungsabfälle
B	Glühkathoden-Gefäße mit Dampffüllung	*J*	Gitterumspanner
C	Dauermagnet	*K*	Gitterumspanner
D	Impulsgeberscheibe mit Steuerstiften	*R*	Widerstand
E	Schneckengetriebe	*L*	Nebenwiderstand
F	Synchronmotor	*M*	Meßgerät zur Anzeige von Gleichstromkomponenten im Schweißumspanner
G	Drosselspule	*N*	Steuerrelais
H	Potentiometer für Schweißstromstärke	*r*	Anodenstrom-Begrenzungswiderstand
I	Potentiometer für Abglei-		

Abb. 2. Steuerkreis einer Nahtschweißmaschine mit Ignitrons.

Der zeitliche Beginn der Entladung in den Ignitrons A und damit die Größe des Schweißstromes jedes einzelnen Punktes der Naht wird bei einem gegebenen Aufbau des Impulsgebers noch durch die Hilfsgefäße B_2 bestimmt. Erst wenn die Gefäße B_2 gezündet werden, fließt über die Halbleiterstifte der Ignitrons A der zur Zündung erforderliche Strom. Durch Schwenkung der Gittersteuerspannung gegenüber der Anodenspannung durch einen Phasenschieberkreis kann jede beliebige Schweißstromstärke eingestellt werden. Durch Verschiedenheiten der Spannungsabfälle der Ignitrons oder der Steuerkennlinien der Entladungsgefäße kann eine Gleichstromkomponente im primären Schweißmaschinen-Stromkreis auftreten. Zu ihrer Anzeige dient das Drehspulinstrument M mit beiderseitigem Ausschlag. Derartige Ungleichmäßigkeiten können durch geeignete Einstellung des Potentiometers I behoben werden.

Der Einfluß des Leistungsfaktors der Schweißmaschinen und des Zündzeitpunktes der Ignitrons auf den Verlauf des Schweißmaschinenstromes werden in verschiedenen Abbildungen veranschaulicht. [J. W. Dawson, Electr. Engng. 55 (1936) S. 1371; 7 S., 12 Abb.] -*ffe*.

Verkehrstechnik.

621. 331 : 625. 1 (42) **London–Portsmouth elektrisch.** — Anfang Juli d. J. wurde der elektrische Betrieb auf der Strecke London–Portsmouth und auf der Zweigstrecke Woking–Alton eröffnet. 26 mit Quecksilber-Gleichrichtern ausgerüstete unbemannte Unterstationen (11 kV/660 V), die von zwei Kommandostationen

[1]) ETZ 57 (1936) S. 588.
[2]) B. Kalkner, VDE-Fachber. 6 (1934) S. 140; C. Fröhmer, AEG-Mitt. (1935) S. 321.
[3]) C. Haase u. O. Plaß, Aluminium, Berl. (1935) S. 209.
[4]) D. D. Knowles, Electronics 6 (1933) S. 164.

Digitized by Google

in Woking und Havant überwacht und gesteuert werden, speisen die rd. 150 km langen neu elektrisierten Strecken. Die genannten Stationen werden auch der zukünftigen weiteren Elektrisierung dienen. Die 120 km lange Strecke vom Bahnhof Waterloo in London bis Portsmouth-Hafen wird von den durchgehenden Zügen in 92 min bewältigt. [Electr. Rev., Lond. 121 (1937) S. 8; 1 S., 4 Abb.] *Hs.*

621. 335. 4. 033. 91 **Technische Entwicklungsmöglichkeiten des Oberleitungsomnibusses.** — Nach einigen Ausführungen über den gegenwärtigen Stand (bemerkenswert ist hierbei die Mitteilung, daß bis 1933 in Freiburg/Schweiz ein Obus mit Kabelstromabnehmer verkehrte) werden die bereits durch anderweitige Veröffentlichungen bekannten Mängel der heute bestehenden öffentlichen Verkehrsmittel und die Vor- und Nachteile des Obus angeführt. In der Beschreibung der heute gebräuchlichsten Obusbauart und Eigenschaften wird festgestellt, daß sich eine einheitliche Bauart noch nicht herausgebildet hat. In Lausanne angestellte bemerkenswerte Vergleichsversuche mit den drei verschiedenen Oberflächenverkehrsmitteln haben ergeben, daß der Obus bei 87 PS eingebauter Motorleistung auf 8,5‰ Steigung die höchste Beschleunigung von 0,8 m/s² erreicht gegenüber dem Autobus bei 100 PS mit 0,42 m/s² und gegenüber der Straßenbahn bei 60 PS mit 0,7 m/s². Bezüglich der Entwicklungsmöglichkeiten wird unter anderem darauf hingewiesen, daß die Forderung nach großem Fassungsvermögen im Stadtverkehr und im Überlandverkehr in der Schweiz auf dem in England üblichem Wege durch Schaffung von Doppeldeckwagen infolge der meist hügeligen Strecken nicht erfüllt werden kann. Anhängerbetrieb wird dagegen sehr befürwortet. Für Überlandverkehr sollte der Obus auch den Güterverkehr übernehmen. Für den Haus-Haus-Dienst des Güterverkehrs wird das amerikanische Zweikraftsystem vorgeschlagen, das bereits in den V. S. Amerika als solches Verbreitung gefunden hat. Der Zweirichtungsobus kann bei beschränkten räumlichen Verhältnissen eine Lösung darstellen. In Lüttich verkehrt bereits ein dreiachsiger Zweirichtungsobus, bei dem der Antrieb nur auf die mittlere starre Achse erfolgt. In der Schweiz ist bereits eine zweiachsige Zweirichtungskonstruktion entworfen worden, wobei beide Achsen gelenkt werden. Für die Fahrleitung, die ebenfalls näher besprochen wird, ergeben sich mehrere Entwicklungsmöglichkeiten. Abgesehen von dem amerikanischen Bestreben, den Ablenkwinkel an den Stützpunkten höchstens 4° groß zu machen, werden darüber hinaus stetig gekrümmte Leichtmetall-Profilschienen an Knickpunkten des Fahrdrahtes verwendet. Im allgemeinen wird danach gestrebt, mit Hilfe von Sonderkonstruktionen größere Spannweiten zu erreichen. — Bezüglich der Wirtschaftlichkeit wird abschließend erwähnt, daß im allgemeinen bei einer Umstellung von Schiene auf Obusbetrieb die Baukosten für die Einrichtung des Obusbetriebes etwa gleich zu setzen seien den Kosten des Gleisersatzes und der Anpassung der Fahrleitung an die neuen Gleise, jedoch ohne Modernisierung oder gar Neubeschaffung des Wagenparkes. [H. Wüger, Schweiz. Bauztg. 109 (1937) S. 164; 4 S., 13 Abb.] *A. Hs.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 812. 5 **Über Beziehungen der Ionosphärenschichten zu meteorologischen Einflüssen.** — Die Messungen über Vorgänge und Zustände in der Ionosphäre, die Leithäuser und Beckmann während der Sonnenfinsternis im Jahre 1936 durchgeführt hatten, zeigten einige Besonderheiten, aus denen die Forscher den Schluß zogen, daß die oberen Ionosphärenschichten die Erddrehung nicht oder nur sehr unvollkommen mitmachen[1]). Wenn diese Vorstellung zutrifft, so ergibt sich etwa folgendes Bild: Auf der Seite der Erdkugel, die jeweils der Sonne zugewandt ist, ist die Ionendichte immer groß, hauptsächlich durch Elektronen hervorgerufen, die von der Sonne eingestrahlt werden. Auf der entgegengesetzten Seite, der Nachtseite, ist die Ionendichte immer klein, weil keine oder nur wenige Elektronen von der Sonne dorthin gelangen. Unter dieser Hülle, die zur Hälfte stark und zur Hälfte schwach ionisiert ist, dreht sich die Erde hinweg, ohne die Hülle mitzunehmen. Wenn wir also bei Sonnenuntergang feststellen, daß die Ionendichte geringer wird, so sagt dies weiter nichts aus, als daß wir jetzt unter jenen Teil der Hülle geraten sind, der immer schwach ionisiert ist. Wir beobachten also nicht etwa einen bestimmten Teil der Ionosphäre zuerst bei Tag und dann bei Nacht, sondern es sind verschiedene Teile der Ionosphäre, die wir zu verschiedenen Zeiten beobachten.

[1]) ETZ 58 (1937) H. 19, S. 513.

Diese Anschauung legt folgenden Gedanken nahe: An der Grenze zwischen stark ionisierter und schwach ionisierter Hemisphäre, also in der Dämmerungszone, werden Ladungsträger von der einen Hälfte zur anderen diffundieren. Es ist zu erwarten, daß diese Diffusion durch meteorologische Vorgänge beeinflußt wird. Tatsächlich zeigen die Messungen der Verfasser, daß solche Beeinflussungen stattfinden: Winde aus verschiedener Richtung bedingen verschieden steile Anstiege der Ionosphärenschichten zur Zeit der Abenddämmerung. Nun ist heute noch nichts darüber bekannt, ob zwischen der Luftbewegung an der Erdoberfläche und der Luftbewegung in 100 km Höhe ein Zusammenhang besteht; deswegen und weil über die besprochenen Beziehungen noch wenig Beobachtungen vorliegen, wird man sich vor voreiligen Schlüssen hüten müssen. [G. Leithäuser u. B. Beckmann, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 59; 3 S., 4 Abb.] *Kht.*

Theoretische. Elektrotechnik.

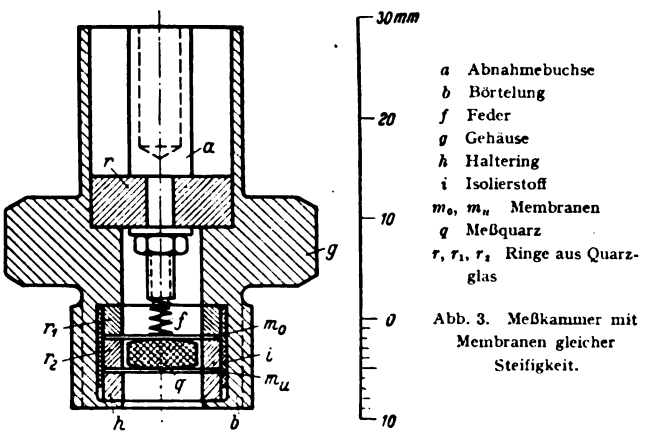
518. 9 : 621. 3. 011 **Über ein graphisches Verfahren zur Integration von Differentialgleichungen der Elektrotechnik.** — Nach einem von H. Heinrich angegebenen graphischen Verfahren zur Integration gewisser Differentialgleichungen braucht das Richtungsfeld (Isoklinen) nicht gezeichnet zu werden. Statt dessen entnimmt man die einem Punkt x, y der Lösungskurve zugeordnete Richtung einer Art Nomogramm. Eine Richtung wird bestimmt durch zwei Punkte, die Anfangs- bzw. Endpunkt einer Strecke seien. Demgemäß ist das Nomogramm aufgebaut aus zwei, im allgemeinen krummlinigen Funktionsleitern, auf denen alle für einen bestimmten Lösungsbereich benötigten Anfangs- bzw. Endpunkte liegen. Hierbei zeigt sich, daß die Lage der Anfangspunkte auf der einen Funktionsleiter sich nur nach der y-Koordinate, die Lage der Endpunkte auf der zweiten Funktionsleiter sich nur nach der x-Koordinate des Punktes x, y der Lösungskurve richtet. Die Verbindungslinie der zusammengehörigen Punkte auf beiden Funktionsleitern ergibt die dem Punkt x, y zugeordnete Richtung.

An Hand von Beispielen, die die Einschaltvorgänge bei Drosselspulen ohne und mit Eisen betreffen, wird die Anwendung des Verfahrens gezeigt. Es ergeben sich Funktionsleitern, die geradlinig (parallel oder gekreuzt) oder krummlinig sind. In einem einfachen Fall schrumpft die eine der Funktionsleitern zu einem Punkt zusammen.

Das Verfahren erweist sich als einfach und anschaulich. Es eignet sich für viele Gebiete der Elektrotechnik, z. B. auch für die Behandlung von Ausschaltvorgängen, bei denen die analytisch verwickelte Lichtbogenerscheinung eine Rolle spielt, ferner für gewisse Schwingungsvorgänge mit besonders gearteten Dämpfungsverhältnissen. [P. Böning, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 8, S. 545; 6½ S., 5 Abb.]

Physik.

621. 317. 39. 082. 3 **Neue Quarzdruckmeßkammern.** — Das piezoelektrische Verfahren ist in letzter Zeit zum Aufzeichnen von schnell verlaufenden Druckvorgängen in immer



a Abnahmebuchse
b Börtelung
f Feder
g Gehäuse
h Haltering
i Isolierstoff
m_o, m_u Membranen
q Meßquarz
r, r_1, r_2 Ringe aus Quarzglas

Abb. 3. Meßkammer mit Membranen gleicher Steifigkeit.

größerem Umfange angewandt worden. Bei den bisher benutzten Kammern wird der Meßquarz gegen eine möglichst starre Wand abgestützt, um eine große Eigenfrequenz und Druckempfindlichkeit zu erzielen. Eine solche Kammer ist aber nicht nur druckempfindlich, sondern spricht auch auf Beschleunigungskräfte an. In einem Preßlufthammer zeigt sie z. B. im Augen-

Digitized by Google

blick des Schlages eine starke Beschleunigungsspitze und mehrere abklingende Schwingungen an, gibt also kein eindeutiges Bild über die Druckvorgänge im Innern des Hammers. S. Fahrentholz, J. Kluge und H. E. Linckh beseitigen daher den Einfluß der Massenkräfte durch einen vollständig symmetrischen Aufbau der Meßkammer nach Abb. 3. Zur Messung gelangt die Potentialdifferenz zwischen den beiden Membranen m_0 und m_u. Bei gleich großen Steifigkeitswerten beider Membranen fällt der Einfluß von Beschleunigungen vollständig fort, während die Hälfte der äußeren Druckkraft piezoelektrisch wirksam wird. Die Eigenfrequenz ist nur durch die Eigenschwingungen des Quarzes bedingt und liegt bei den Abmessungen der Abb. 3 in der Größenordnung von 10^6 Hz; sie gewährleistet damit eine genaue Aufzeichnung auch von sehr steilen Druckwellen. [S. Fahrentholz, J. Kluge und H. E. Linckh, Phys. Z. 38 (1937) S. 73; 5 S., 9 Abb.] *Br.*

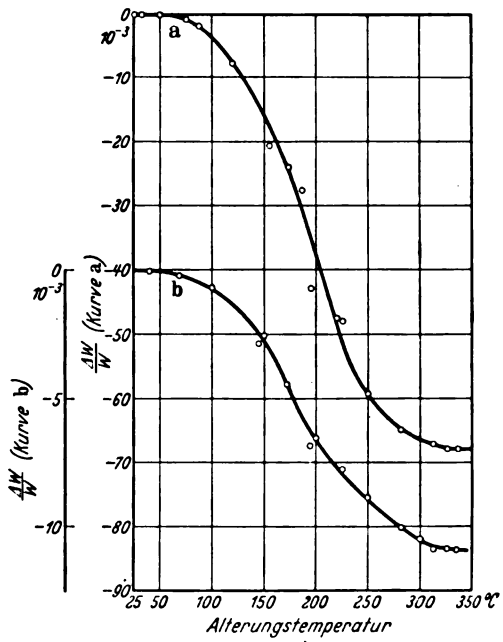
537. 523 /. 527. 001 **Gasförmige Dielektrika.** — Eine Arbeit von Güntherschulze enthält einen kurzen Überblick über die Ergebnisse der Forschungen der letzten sieben Jahre über gasförmige Dielektrika. Solange die der Luft aufgedrückten Feldstärken noch nicht ionisieren, ist der spezifische Widerstand der Luft für Wechselstrom 5.10^{15} Ωcm. Die Dielektrizitätskonstante der dipolfreien Gase folgt sehr genau der Gleichung von Clausius-Mosotti, d. h. es ist $\varepsilon - 1$ der Gasdichte proportional. Bei dipolhaltigen Gasen wird die Dielektrizitätskonstante durch Dipole vergrößert und bei konstanter Dichte temperaturabhängig. Die dielektrischen Verluste der Gase sind so gering, daß sie nicht meßbar sind.

Die dielektrische Festigkeit der Gase wird weitaus am ausführlichsten behandelt. Begonnen wird mit der Darstellung der Zündung einer Glimmentladung bei kleinem Druck. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse werden benutzt, um die Zündung bei Atmosphärendruck verständlich zu machen. Dabei wird mit der Koronaentladung als der am leichtesten übersehbaren Entladung begonnen. Es folgt die statische Büschelentladung. Der Übergang von ihr zur dynamischen Büschelentladung, insbesondere auf der Oberfläche eines ebenen Isolators, führt zu den Gleitfunken, wobei als wichtigste neue Erscheinung das Auftreten von Temperaturionisation in den Gleitstielen erkannt wird. Als am schwierigsten zu verstehende Entladungsform wird der Durchschlag zwischen planparallelen Elektroden bei Atmosphärendruck hingestellt. Die außerordentliche Verbesserung der experimentellen Verfahren in den letzten Jahren hat hier so viele neue gesicherte Ergebnisse gebracht, daß eine Theorie der Entladung gegeben werden konnte. Dabei wird zunächst untersucht, welche von den bisher beschriebenen Erscheinungen auf diese Entladungsform angewendet werden können. Dann werden die bisher aufgestellten Theorien von Townsend, v. Hippel und Franck sowie von Rogowski kurz behandelt und gezeigt, wie weit die Erklärung des Luftdurchschlages zwischen planparallelen Elektroden heute gediehen ist. Ein Überblick über den Blitz und die Verwendung von Funkenstrecken bildet den Schluß. [A. Güntherschulze, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 8, S. 495; $12^1/_2$ S., 6 Abb.]

536. 4 : 538. 221 **Zur Definition des Curiepunktes.** — Der Curiepunkt ist bekanntlich diejenige Temperatur, bei der die ferromagnetischen Eigenschaften eines Stoffes verschwinden. In letzter Zeit wird häufig die Änderung des elektrischen Widerstandes zur Bestimmung des Curiepunktes herangezogen, und der Wendepunkt der Widerstands-Temperaturkurve, d. h. also die Spitze des Temperaturkoeffizienten, als Curiepunkt angesprochen. A. Kußmann und A. Schulze prüfen an einer größeren Zahl ferromagnetischer Stoffe, ob eine genaue Übereinstimmung in den Ergebnissen beider Verfahren besteht. Sie finden, daß in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Spitze des Temperaturkoeffizienten um mehrere Grade tiefer liegt als der wahre, magnetisch gemessene Curiepunkt. Sie untersuchen ferner die Frage, ob die Curietemperatur einen scharf definierten Punkt, oder, wie im Schrifttum der letzten Jahre mehrfach angenommen, einen Bereich von mehreren Temperaturgraden (Curiebereich) darstellt. Der Unsicherheitsbereich, der in der Magnetisierungs-Temperaturkurve gewöhnlich in Form eines gekrümmten Endteils auftritt, läßt sich durch mechanische und thermische Homogenisierung der Probe verringern. Es handelt sich hier also wahrscheinlich um die Wirkung von Konzentrationsschwankungen innerhalb der Kristalle, z. B. durch Kristallseigerungen, so daß einzelne Bezirke einen etwas verschiedenen Curiepunkt haben. Im Fall idealer Homogenität würde dann die Curietemperatur einen scharf definierten Punkt darstellen. [A. Kußmann u. A. Schulze, Phys. Z. 38 (1937) S. 42; 5 S., 7 Abb.] *ue.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 316. 84: 621. 315. 55001. 4 **Elektrische und thermische Untersuchungen an Manganin.** — Zur Herstellung von Normalwiderständen wird bekanntlich Manganin verwendet. Nach einer etwa zehnstündigen Alterungszeit bei 140° C und nach einer mehrmonatigen Lagerzeit haben die Manganinwiderstände im allgemeinen eine gute, für die meisten Zwecke ausreichende zeitliche Konstanz ihrer elektrischen Werte. Die Widerstands-Temperatur-Koeffizienten betragen dann in der Umgebung der Raumtemperatur etwa 10 bis 20 Milliontel. Dieser Betrag ist aber infolge der dauernd steigenden Ansprüche nicht mehr klein genug. Allerdings werden in neuester Zeit bereits Werkstoffe hergestellt, die Widerstands-Temperatur-Koeffizienten von nur etwa einem Milliontel haben. Das Manganin ist jedoch merkwürdigerweise in dieser Hinsicht noch gar nicht untersucht. Es war daher unbedingt erforderlich, diesen Werkstoff in elektrischer und thermischer Hinsicht systematisch



a Manganindraht von 0,1 mm Dmr.
b „ „ 0,3 „ „

Abb. 4. Widerstandsabnahme von Manganin in Abhängigkeit von der Alterungstemperatur.

zu untersuchen und vor allem die Frage zu beantworten: Wie muß das Manganin, das für Normalwiderstände verwertet werden soll, thermisch behandelt werden, damit ein Optimum in seinem elektrischen Verhalten erzielt wird? Es war also vor allem festzustellen, welchen Einfluß die Höhe der Alterungstemperatur auf die elektrischen Eigenschaften des Manganins besitzt. Diese Fragen sind eingehend von A. Schulze in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt untersucht worden.

Durch die Alterung wird erreicht, daß vor allem die Folgen der Kaltverarbeitung beseitigt werden, d. h. daß sich der Werkstoff erholt; außerdem wird hierdurch eine Homogenisierung innerhalb des Werkstoffes hervorgerufen. Beide Vorgänge wirken sich in völlig verschiedener Weise aus. Um zunächst den Erholungsvorgang beim Manganin zu verfolgen, wurde eine große Reihe von Manganinwiderständen, die für diesen Zweck hergestellt waren, bei 20° C vor und nach der Alterung gemessen. Die hierbei gefundenen Widerstandsabnahmen sind sehr von der Alterungstemperatur abhängig.

In Abb. 4 (Kurve *a*) finden sich die Versuchsergebnisse, wobei die prozentische Widerstandsabnahme $\Delta W/W$ (für einen Widerstand von 100 Ω; Durchmesser des Manganindrahtes 0,1 mm) in Abhängigkeit von der Alterungstemperatur wiedergegeben ist. Man sieht daraus, daß die durch die Alterung erfolgte Widerstandsabnahme mit steigender Alterungstemperatur in starkem Maße zunimmt und bei etwa 325° C konstant wird; sie beträgt hier nahezu 7%. Einen ganz ähnlichen Verlauf zeigt die Kurve *b*, die an Manganinwiderständen gefunden wurde, deren Drahtdurchmesser nur 0,3 mm betrug (Widerstand etwa 10 Ω). Die Kaltverformung war bei diesen Drähten naturgemäß geringer, so daß die Widerstandsabnahme bei 325° C nur 1% betrug.

Digitized by Google

Man erkennt aus diesen beiden Kurven, daß eine Alterung bei 325° C bereits eine vollständige Erholung des Manganins bewirkt; die gesamte Widerstandserhöhung $\Delta W/W$, die durch die Kaltverformung hervorgerufen wurde, ist beseitigt. Eine Alterung oberhalb 325° ergibt immer denselben $\Delta W/W$-Wert, so daß durch Erhitzen auf noch höhere Temperaturen hinsichtlich der Erholung nichts mehr erreicht wird. Die Alterungszeit betrug bei den vorliegenden Versuchen etwa eine Stunde.

Es fragt sich nun, welchen Einfluß die verschiedenen Alterungstemperaturen auf den Verlauf der Widerstands-Temperatur-Kurve bzw. auf den Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes in der Umgebung der Raumtemperatur besitzen. Eine eindeutige Antwort hierauf gibt das Kurvenbild in Abb. 5. Hier ist zunächst die WT-Kurve (Kurve *a*)

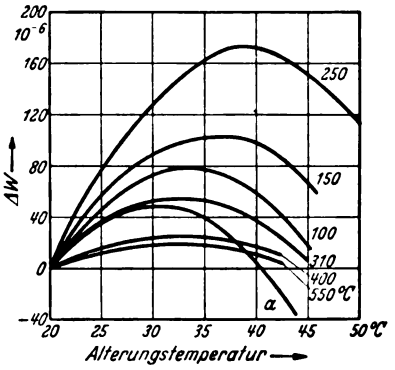


Abb. 5. Abhängigkeit der Widerstands-Temperatur-Kurven des Manganins von der Alterungstemperatur.

von einem Manganinwiderstand angegeben, bei dem sich der Werkstoff in dem Ausgangszustand, d. h. in dem Zustand der Kaltverformung befand. Dann wurden die entsprechenden Kurven bestimmt, nachdem das Manganin bei 100°, 150°, 250°, 310°, 400° und 550° gealtert war. Aus ihrer relativen Lage zur Kurve *a* ersieht man, daß Alterungstemperaturen bis 250° WT-Kurven zur Folge haben, die einen steileren Verlauf als die Ausgangskurve *a* zeigen, während bei Alterungstemperaturen oberhalb 250° sich flachere Widerstandskurven ergeben. Gleichzeitig wird bis zu Alterungstemperaturen von 250° eine Verschiebung des Maximums der WT-Kurve zu höheren Temperaturen, oberhalb 250° wieder zu niederen Temperaturen beobachtet. Oberhalb der Erholungstemperatur ist eine Verschiebung der Lage des Maximums nicht mehr zu beobachten.

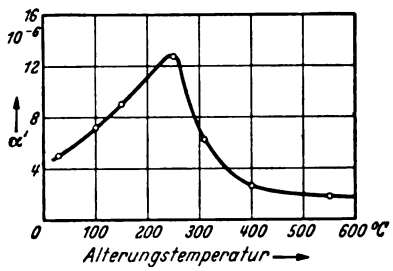


Abb. 6. Widerstandsänderung von Manganin je Grad (zwischen 20 und 30° C) in Abhängigkeit von der Alterungstemperatur.

Die Untersuchung an verschiedenen Manganinsorten ergibt das einheitliche Bild, daß Alterung bei 45°, 100°, 150° usw. eine erhebliche Vergrößerung des Temperaturkoeffizienten verursacht, während Alterung bei Temperaturen oberhalb von 250° den Temperaturkoeffizienten verringert. Stellt man die Abhängigkeit der α'-Werte (zwischen 20 und 30° C) von der Alterungstemperatur graphisch dar (Abb. 6), so steigt die Kurve bis etwa 250° an, um dann steil abzufallen. Bei 310° ist nahezu wieder der Ausgangswert erreicht. Durch Alterung bei etwa 400° wird der Temperaturkoeffizient gegenüber dem Ausgangszustand auf ungefähr den halben Wert erniedrigt, gegenüber dem Alterungszustand bei 150° (wie er bei den bisherigen Manganinwiderständen üblich ist) sogar auf den dritten Teil. Eine Alterung bei 550° setzt allerdings den Temperaturkoeffizienten noch etwas weiter herab, doch steht dem als Nachteil die außerordentlich starke Verdampfung des Mangans oberhalb 400° C entgegen, so daß ein Vorteil durch Alterung oberhalb 400° nicht vorhanden ist. Diese Untersuchungen finden ihre Bestätigung in dem Verhalten von emaillierten Manganinwiderständen, die bei der Herstellung Temperaturen von etwa 350° ausgesetzt sind und daher bereits die kleineren Temperaturkoeffizienten aufweisen.

Wie sind nun die Ergebnisse in Abb. 5 und 6 zu deuten? Um diese Frage zu beantworten, ist erst noch näher auf die eigentlichen Vorgänge während der Alterung einzugehen. Die Alterung besteht in der mechanischen Erholung und in der Homogenisierung des Werkstoffes. Der Erholungseffekt vollzieht sich in sehr kurzer Zeit (etwa ½ Stunde) und wirkt sich dahin aus, daß Widerstandsabnahme und hiermit Hand in Hand Vergrößerung des Widerstands-Temperatur-Koeffizienten auftritt. Dieses Ansteigen des Temperaturkoeffizienten müßte sich auf Grund der Versuchsergebnisse in Abb. 4 bis zur Erholungstemperatur (325°) fortsetzen, wenn nicht dem Erholungseffekt der zweite, der Homogenisierungseffekt, entgegenwirken würde. Die Homogenisierung, die infolge der Erhitzung auf höhere Temperaturen eintritt, bringt den Werkstoff dem Ziel einer idealen Mischkristallbildung näher; dies ist naturgemäß mit einer Widerstandszunahme und infolgedessen mit einer Erniedrigung des Temperaturkoeffizienten verbunden. Dieser Homogenisierungseffekt erstreckt sich bei Raumtemperatur über längere Zeiträume und wirkt sich bei höheren Temperaturen erheblich schneller aus. So ist auch die lange Lagerzeit der Manganinwiderstände verständlich, in der ihre Widerstandswerte dauernd anwachsen. Beim Manganin ist die Auswirkung der Homogenisierung oberhalb 250° C bereits merklich, da — wie Abb. 6 zeigt — eine plötzliche starke Verringerung des Temperaturkoeffizienten zu erkennen ist. In den höheren Temperaturen wirkt sich die Homogenisierung sogar so weit aus, daß der Temperaturkoeffizient sehr kleine Werte annimmt.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich also, daß die bisher übliche thermische Behandlung des Manganins für den Werkstoff als solchen nicht gerade sehr günstig war. Will man also Manganinwiderstände mit kleinem Temperaturkoeffizienten erhalten, so empfiehlt es sich, oberhalb der Erholungstemperatur bei etwa 375° bis 400° C zu altern und anschließend daran langsam abzukühlen. Erforderlich ist hierbei die Verwendung einer neutralen Atmosphäre (Stickstoff oder Argon), nach Möglichkeit sogar unter Überdruck, da hierdurch die Verdampfung des Mangans aus der Oberfläche verringert wird; selbstverständlich müssen die so behandelten Widerstände geätzt werden. Nach der hier angegebenen thermischen Behandlung ergibt sich sogleich die für die technische Verwendung äußerst wichtige Tatsache, daß man Widerstandskurven erhält, die über ein größeres Temperaturgebiet sehr flach verlaufen. Außerdem liegt es auf der Hand, daß auch die zeitliche Konstanz der Widerstandswerte infolge des sich sehr stark in den hohen Temperaturen auswirkenden Homogenisierungseffektes viel günstiger als bei den alten Manganinwiderständen sein wird. Somit sind durch diese Untersuchungen die Bedingungen gefunden worden, unter denen das Manganin die besten elektrischen Eigenschaften für die Verwendung als Normalwiderstände erhält. [A. Schulze, Phys. Z. 38 (19.)S. 598; 4 S., 4 Abb.] *Vb.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

62. (064) Reichsausstellung „Schaffendes Volk", Düsseldorf 1937. — Die bis in den Oktober dauernde Ausstellung dient der Förderung des vom Führer am 30. 1. 37 verkündeten 2. Vierjahresplanes. In den vier Jahren sind aus heimischen Grundstoffen vornehmlich die Werkstoffe zu schaffen, die sich vollwertig für bisher vom Auslande bezogene Werkstoffe einsetzen lassen. Hierzu soll die Ausstellung Verständnis in der breiten Öffentlichkeit schaffen und dem Fachmann auf den verschiedensten Wirtschaftsgebieten zeigen, was bisher geleistet ist und wo weiter in Richtung der gestellten Aufgabe zu arbeiten ist. Das Kernstück der Ausstellung ist die Werkstoffschau im Rahmen der wichtigsten Abteilung „Industrie und Gewerbe", zu der die „Ehrenhalle des werktätigen Volkes" einführt. In dieser erhält der Besucher einen tiefen Eindruck von der gewaltigen Arbeit, die in der Veredelung der deutschen Rohstoffe, Erze, Kohlen, Holz und Erden über die Jahrhunderte der deutsche, mit Stirn und Hand schaffende Mensch geleistet hat und deren Erfolg in dem Satz „Forschung und Erfindung schaffen Arbeit und Brot" gipfelt. Dieser hat um so mehr seine Berechtigung, wenn, wie es im deutschen Volk der Fall ist, sich mit geistigen Fähigkeiten großes handwerkliches Können paart. Bekannt sind die hervorragenden Schöpfungen der deutschen Elektrotechnik, die für die Entwicklung der deutschen Industrie über die letzten 50 Jahre ausschlaggebend gewesen sind. Zu welchen Spitzenleistungen man auf diesem Gebiet gelangt ist, zeigt die Sonderschau:

Digitized by Google

Elektrizitäts-Erzeugung und -Versorgung in der Halle 18. 30 Firmen sind hier mit ihren Erzeugnissen vertreten, bei denen es sich auch wieder zeigt, daß es keinen Stillstand im Schaffen gibt. So ist ein neues Telegraphenrelais ausgelegt, das in den Telegraphenämtern auf der Empfangsseite eingebaut wird und, bei bis zu 18 Telegraphiekanälen in einem Leitungssystem schnell und sicher arbeiten muß. Interessant sind die neuen Werkluftschutz-Warnanlagen, die mit Fernsprechanlagen verbunden sind und den Zweck haben sollen, die Belegschaft von Werken rechtzeitig über drohende Luftgefahr zu unterrichten. Handwerklich sehr beachtenswert ist ein von Lehrlingen angefertigtes Modell eines 8-t-Lichtbogenofens (1 : 10), der für das Ausland für Qualitätsstähle gebaut wurde. Weiter sei noch angeführt die neue Bauart eines Hochleistungsschalters mit dem Namen „Freistrahl-Druckgasschalter", eine Trocknungs- und Reinigungsanlage für Transformatoren- und Schalteröle, bei der das Öl in einem elektrisch geheizten Durchlauferhitzer auf mittelbarem Wege auf eine Temperatur von höchstens 75° gebracht wird. Die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung (WEV) hat eine Lehrschau unter dem Leitwort „Elektrizität betreibt alles" aufgebaut. An Anwendungsbeispielen der Elektrizität als heimischer Energie in Verkehr, Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft und Haushalt wird auf die mit ihr zu erzielende Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Güte der Arbeit, auf die Verbesserung der Arbeitsbedingungen hingewiesen.

Die deutsche Kunststoff-Industrie hat erstmalig auf der Ausstellung eine umfassende Sonderschau veranstaltet. Auf einer großen Übersichtstafel wird die Ableitung der Kunststoffe aus den verschiedensten Ausgangsstoffen wie Zellulose, tierische Eiweißstoffe, Wasser, Kohle, Kalk und Luft und in einer Gemeinschaftsschau ihre Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten gezeigt. Um diese Schau gliedern sich die Stände der einzelnen Firmen mit den jeweiligen Spitzenleistungen aus ihrer Fertigung[1]). Dies gilt auch für die keramischen Werkstoffe, die in einer umfassenden Schau von dem Verband Deutscher elektrotechnischer Porzellanfabriken ausgelegt sind. Mit der Weiterentwicklung der Kunststoffe befaßt sich in Verbindung mit der Industrie der Fachausschuß für Kunst- und Preßstoffe des Vereins deutscher Ingenieure, der in Verbindung mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker und dem Verein deutscher Chemiker am 12. und 13. 5. eine Kunststoff-Tagung auf dem Ausstellungsgelände veranstaltet hatte. Einen vielversprechenden Einblick zu weiteren Fortschritten im Einsatz der Stoffe gaben die Kurzberichte aus dem Schaffen der Arbeitsgruppen des Fachausschusses. Insbesondere wird an der Bestimmung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Kunststoffe für die Zwecke des Konstrukteurs gearbeitet, der beim Gestalten in Kunststoffen umdenken muß. Mit der Werkstoffprüfung wird gleichzeitig darüber Klarheit geschaffen, wo heute noch Mängel bestehen und wie der Verwendungsbereich erweitert werden kann. Dies gilt besonders auch für die Verwendung der Kunststoffe für Gleitlager im Austausch gegen Metalle. Nach einem Vortrage von Lehr sind gemäß den Versuchsergebnissen auf einer neu entwickelten Lagerprüfmaschine die Aussichten für dies große Gebiet sehr gut, besonders wenn die Wärmeleitfähigkeit der Stoffe für diese Zwecke vergrößert werden könnte. Bei der Deutschen Reichsbahn werden Heimstoffe zur Innenausstattung der Fahrzeuge schon seit längerer Zeit erprobt. Auf ihrem Stand zeigt sie an einem D-Zugwagen I./II. Kl., Baujahr 1923, der jetzt überholt wurde, in welchem großen Umfange die neuen Stoffe wie Zellwolle, Zellwolle mit Mipolamtränkung, Aminoplast, synthetischer Kautschuk (Buna), Phenol, Harzlack und Nitro-Kunstharz-Anstrich, usw. ebenbürtig an die Stelle der Metall-, Gummi- und Wollstoffe, wie Anstriche getreten sind.

Den Besucher der mächtigen Halle der Stahlindustrie mit 85 m stützenloser Spannweite in Stahl-Leichtbauweise empfängt ein 1 t-Lichtbogen-Elektroofen neuester Bauart, in dem der Stahl für ein im Betrieb vorgeführtes Dreiwalzengerüst usw. erschmolzen wird. Der Elektrotechnik hat die Stahlindustrie zu weiterer Veredelung ihrer Erzeugnisse verholfen, wie es in der Schweiß-Stahlbauweise, in der Plattierung von Stahl mit Kupfer und anderen Metallen usw. gezeigt wird. Eine Ergänzung zu der Halle „Stahl und Eisen" sind die ungemein wirkungsvoll in ihrer Architektur und ihren Schaustellungen gehaltenen Hallen der Mannesmann-Röhrenwerke, Rheinmetall-Borsig und Demag.

Die Ausstellung soll auch anregen zur Ersparnis an devisengebundenen Werkstoffen, dazu gehört auch die Sammlung der Alt- und Abfallstoffe. Die große Bedeutung dieser für die Volkswirtschaft ist in der Halle „Altstoff-Rohstoff" dargetan, an deren Gestaltung u. a. auch die Wirtschaftsgruppe „Nichteisenmetallindustrie" mitgewirkt hat.

Ein Windkraftwerk, Bauart Teubert-König, wird erneut von den Bemühungen zeugen, die Windenergie zur Erzeugung elektrischer Energie auszunutzen. Mit 42 m Spitzenhöhe ist es die bisher größte Ausführung. Auf einem stählernen Mast von 33 m Höhe ist die Dynamomaschine mit dem Antriebswindrad, das aus vier nach Art der Flugzeugtragflächen gebauten Flügeln, deren Spitzenkreisdurchmesser 30 m beträgt, besteht, schwenkbar gelagert. Durch eine selbsttätig wirkende Regelvorrichtung wird der Anstellwinkel der Flügel jeweils so gesteuert, daß die Drehzahl auch bei schwankenden Windgeschwindigkeiten völlig gleichbleibt, so daß auch die Drehzahl der Dynamo und die Spannung gleich bleibt. Das Kraftwerk leistet bei einer Windgeschwindigkeit von 6,5 m/s 5 kW Gleichstrom, der durch ein Kabel zu dem auf der Erde befindlichen Schaltbrett geleitet wird.

Auch die Deutsche Reichspost zeigt in einer Sonderschau ihre Mitwirkung am Vierjahresplan mit ihren vielseitigen Einrichtungen für den Nachrichtenverkehr. Eine besondere neue Leistung in der Beleuchtungstechnik sind zwei am Haupteingang stehende Leuchtorgeln von 30 m Höhe mit je rd. 550 m Linestra-Röhren im Anschlußwert von je 55 kW. Durch rhythmische Veränderung der Leuchtstärke nach einem Lichtschema ergibt sich für jede Leuchtorgel eine Folge von Lichtspielen, von denen jedes 8 bis 16 s dauert. Die Anlage arbeitet selbsttätig. *Pge.*

621. 3. (063) Tagung des Reichsinnungsverbandes des Elektro-Installateur-Handwerks. — Der Reichsinnungsverband des Elektro-Installateur-Handwerks hielt in der Zeit vom 25. bis 28. 6. seine diesjährige Tagung in Dortmund ab. Eine solche Zusammenkunft findet alle zwei Jahre statt, so daß die Zeit mit Verbandsarbeit stets reichlich ausgefüllt ist. Da diese Tagung in die Zeit des Beginns des Vierjahresplanes fiel, war Veranlassung gegeben, dem Elektro-Installateur-Handwerk die Aufgaben zu weisen, die ihm bei der Erfüllung dieses Planes gestellt werden. Maßgebende Männer der deutschen Energiewirtschaft hatten sich bereitgefunden, zu den das Elektro-Handwerk interessierenden Fragen in Vorträgen Stellung zu nehmen. Eine besondere Note erhielt die Tagung durch die Anwesenheit der auslandsdeutschen Elektro-Handwerker aus Danzig und aus der Tschechoslowakei.

Die Sondertagungen der Fachgruppen Maschinenbau und Radiomechanik waren ebenfalls auf den Vierjahresplan abgestellt. Der Reichsinnungsmeister Gamer gab im Verlauf der offiziellen Veranstaltung am 27. 6. einen Rückblick auf die geleistete Aufbauarbeit und bestimmte die Marschrichtung für neue Arbeiten mit Rücksicht auf den Vierjahresplan. Nach dem Reichsinnungsmeister überbrachte der Reichskommissar für den Mittelstand, Ministerialdirektor Dr. Wienbeck, die Grüße der Reichsregierung und im besonderen des Reichswirtschaftsministers. Es sprach dann der Vorsitzende des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit und stellvertretende Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft, Seebauer, über „Energiewirtschaft und energiewirtschaftliches Handwerk im Vierjahresplan". Er gab einen Überblick über die Entwicklung des Elektro-Handwerks und forderte zu einer zielbewußten Arbeit auf, die mit der Gesamtentwicklung Schritt halten müsse. Das Elektro-Handwerk müsse sich der Verantwortung, die durch die Anforderung des Vierjahresplanes bestimmt werde, ganz besonders bewußt sein. Fachliches und berufliches Können seien die Voraussetzungen, welche das Volk heute vom Elektro-Handwerk erwarte. Zum Schluß trug der Generalsekretär des Reichsstandes des deutschen Handwerks, Dr. Schüler, über Handwerk und Vierjahresplan vor.

Von den Vorträgen, die anläßlich der Obermeister-Tagung gehalten wurden, interessierte besonders das Thema „Rohstoffragen in der Elektrizitätswirtschaft", von Herrn Allmers vorgetragen. Herr Allmers gab einen umfassenden Rückblick über die seit dem Frühjahr 1934 durchgeführten Maßnahmen zur Einsparung der hauptsächlich für die Elektrizitätswirtschaft verwendeten Metalle wie Kupfer, Blei und Zinn. Im Zusammenhang hiermit berichtete Herr Stein über Herstellungs- und Verwendungsverbote in der Elektrotechnik. Die besondere Stellung des Elektro-Handwerks im Feldzug „Kampf dem Verderb" umriß Herr Mueller. Die Elektrotechnik ist besonders dazu berufen durch ihre vielfältige Einsatzmöglichkeit beim Kampf gegen den Lebensmittelverderb mitzuhelfen. *E. Ms.*

[1]) Siehe hierzu ETZ 58 (1937) H. 18, S. 465.

Digitized by Google

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen.

Von G. Hauffe, Berlin.

621. 318. 423. 013. 1

*Übersicht**). An Hand des in- und ausländischen Schrifttums werden für gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen zusammenfassend dargestellt: Die physikalische Wirkung, die Kennlinien, die Rückkopplungsmöglichkeiten, der zeitliche Verlauf von Fluß und Magnetisierungsstrom bei zeitlich sinusförmig veränderlicher Klemmenspannung, die Ähnlichkeit mit der Elektronenröhre, Fragen der Regel-Kupferverluste und der Eisenverluste, der Vormagnetisierungsquellen und -arten, der Streuung und der Kernformen einschließlich der Wicklungsanordnung. Für Mehrphasendrosselspulen wird auch die Oberwellenfrage kurz gestreift. Zum Schluß wird auf die Beeinflussung der Zeitkonstante eingegangen.

Die gleichstromvormagnetisierte Drosselspule besitzt eine — gegebenenfalls unterteilte — Wechselstromwicklung und eine oder mehrere gleichstromgespeiste Vormagnetisierungswicklungen. Sie ist in den V. S. Amerika um 1909 erstmalig als induktiver Belastungswiderstand bei der Prüfung von Generatoren verwendet worden. Ihre Wirkung beruht auf der Beeinflussung der Permeabilität μ des Eisenkernes durch die Gleichstromvormagnetisierung, d. h. also, auf der Beeinflussung des magnetischen Widerstandes des Kernes. Im Grenzfall (Vormagnetisierungsgleichstrom $I_{\_} = \infty$) wird die Permeabilität $\mu = 1$, der magnetische Widerstand des Kernes also ebenso groß wie der der Luft, und die Drosselspule verhält sich wie eine kernlose Luftdrosselspule, deren Induktivität lediglich durch diejenige der Wicklung allein bestimmt ist. Der Blindwiderstand der Drosselspule sinkt somit bei steigendem Vormagnetisierungsgleichstrom $I_{\_}$. Eine Umkehrung dieses Verhaltens ist indessen durchaus so möglich, daß eine zweite unveränderliche, der regelnden Gleichstromvormagnetisierung entgegenwirkende Gleichstromvormagnetisierung angewendet wird. Steigt in diesem Falle die regelnde Gleichstromvormagnetisierung, so verringert sich die resultierende Vormagnetisierung, und die Drosselspuleninduktivität nimmt zu.

Über die Vor- und Nachteile solcher Drosselspulen ist in einer eingehenderen Abhandlung des Verfassers über die Oberwellen gleichstromvormagnetisierter Einphasendrosselspulen[1]) berichtet worden, so daß auf diese Abhandlung verwiesen werden kann und nur noch folgende Punkte nachzutragen sind: Als Vorteil der vormagnetisierten Drosselspule hat zu gelten, daß auch Gleichströme dadurch beliebig geregelt werden können, daß zunächst ein Wechselstrom durch eine vormagnetisierte Drosselspule in der gewünschten Weise geregelt und sodann gleichgerichtet wird.

Den Nachteil, daß vormagnetisierte Drosselspulen mit einer Vormagnetisierungswicklung auf eine Richtungsumkehr des vormagnetisierenden Gleichstromes nicht unterschiedlich ansprechen, weisen vormagnetisierte Anodendrosselspulen nicht auf. Diese sprechen vielmehr auf Vorzeichenänderungen des Vormagnetisierungsgleichstromes an, da Anodenströme selbst bereits regelmäßig eine Gleichstromkomponente enthalten.

An Nachteilen der gleichstromvormagnetisierten Drosselspulen sind noch folgende beiden nachzutragen: Da die magnetische Leitfähigkeit des Drosselspulenkernes durch die Gleichstromvormagnetisierung verringert wird, wird der magnetische Fluß teilweise aus dem Eisen verdrängt und dadurch die Ursache erhöhter Eisenverluste. Durch die Vormagnetisierung in einem ganz bestimmten Sinn wird ferner das symmetrische Verhalten der Drosselspule in bezug auf den hindurchfließenden Wechselstrom bzw. auf die angelegte Wechselspannung gestört. Es treten also Kurvenverzerrungen auf. Diese Erscheinung kann nutzbar da angewendet werden, wo unsymmetrische Ströme oder Spannungen vorsätzlich erzwungen werden sollen.

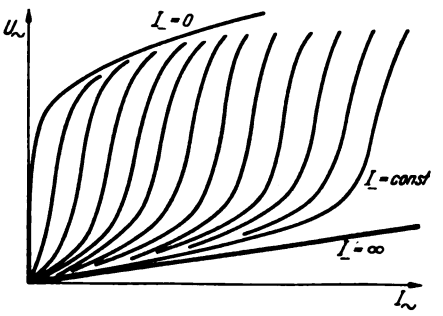


Abb. 1. Kennlinien der gleichstromvormagnetisierten Drosselspule für konstante Vormagnetisierungen.

Das Verhalten der gleichstromvormagnetisierten Drosselspule läßt sich aus den Kennlinien der Abb. 1 erkennen, die den Verlauf der Drosselspulenwechselspannung $U_\sim$ in Abhängigkeit vom Drosselspulenwechselstrom $I_\sim$ für verschiedene unveränderliche Vormagnetisierungsgleichströme $I_\_ = \text{const}$ zeigt. Die Kennlinie für $I_\_ = 0$ ist die bekannte Magnetisierungslinie, die Kennlinie für $I_\_ = \infty$ zeigt den zu erwartenden linearen Zusammenhang zwischen der Wechselspannung an und dem Wechselstrom in der Drosselspule bei fehlendem Eisenkern (Grenzpermeabilität $\mu = 1$). Zwischen diesen beiden Kennlinien verlaufen alle übrigen Kennlinien. Sie schmiegen sich im Bereich kleiner Wechselströme der Kennlinie für $I_\_ = \infty$ an, da in diesem Bereich der Vormagnetisierungsgleichstrom verhältnismäßig groß ist. Im Bereich großer Wechselströme schmiegen sie sich der Kennlinie für $I_\_ = 0$ an, da in diesem Bereich der Vormagnetisierungsgleichstrom nahezu vernachlässigbar ist. Die Gestalt der Kennlinien ist im übrigen selbstverständlich abhängig von der Auslegung der Wicklungen, den Abmessungen des Kernes, den Eigenschaften des verwendeten Kernbaustoffes und von der Mitwirkung eines etwa vorhandenen, gegebenenfalls einstellbaren Luftspaltes.

Aus den Kennlinien der Abb. 1 läßt sich eine ganze Reihe weiterer aufschlußreicher Kennlinien ableiten: Eine Parallele zur Abszissenachse der Abb. 1 schneidet die Kennlinien in Punkten, für die $U_\sim = \text{const}$ gilt, die also die Darstellung der Abb. 2 ($I_\sim$ über $I_\_$ für $U_\sim = \text{const}$) vermitteln. Aus Abb. 2 ist zu ersehen, daß

1. der Wechselstrom $I_\sim$ beim Vormagnetisierungsgleichstrom $I_\_ = 0$ nie Null, vielmehr um so höher wird, je höher die an der Drosselspule anliegende konstante Wechselspannung $U_\sim$ ist;
2. sämtliche Kennlinien eine waagerechte Tangente besitzen, die dem Wert des Wechselstromes $I_\sim$ beim Vormagnetisierungsgleichstrom $I_\_ = \infty$ entspricht. Das ist derjenige Wert des Wechselstromes, den die an die

*) Nach einem Vortrag in der Arbeitsgemeinschaft „Allgemeine Elektrotechnik" der VDE-Jungingenieure im Bezirk Berlin-Brandenburg am 8. 4. 1937.

In einem nachfolgenden Aufsatz wird über die „Anwendung gleichstromvormagnetisierter Drosselspulen in der Starkstromtechnik" berichtet.

[1]) G. Hauffe, Helios, Lpz. 43 (1937) S. 521.

Digitized by Google

Drosselspule angelegte Spannung bei Abwesenheit des Kernes in der Wechselstromwicklung erzeugen würde;

3. weitgehend eine nahezu lineare Abhängigkeit besteht zwischen dem Wechselstrom $I_\sim$ und dem Vormagnetisierungsgleichstrom I_-. Dieses Verhalten der gleichstromvormagnetisierten Drosselspule hat zu dem Anwendungsvorschlag geführt, den Drosselspulenwechselstrom $I_\sim$ als Maß für den Vormagnetisierungsgleichstrom I_- anzusehen, durch den Wechselstrom also den Gleichstrom zu messen bzw. in Überwachungsschaltungen eine Gleichstromsumme — z. B. die Summe 0 — zu überwachen.

Eine Parallele zur Ordinatenachse der Abb. 1 schneidet dessen Kennlinien in Punkten, für die $I_\sim = \text{const}$ gilt, die also die Darstellung der Abb. 3 ($U_\sim$ über I_- für $I_\sim = \text{const}$) vermitteln.

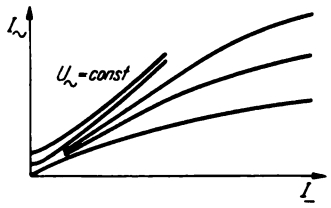


Abb. 2. Kennlinien der gleichstromvormagnetisierten Drosselspule für konstante Klemmenwechselspannungen.

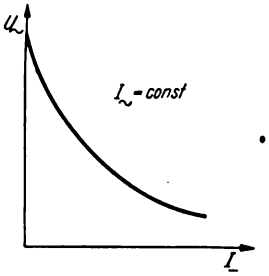


Abb. 3. Kennlinie der gleichstromvormagnetisierten Drosselspule für konstanten Wechselstrom.

Aus Abb. 3 ist zu ersehen, daß

1. sämtliche auf die geschilderte Weise gewonnenen Kennlinien, von denen in Abb. 3 nur eine gezeigt ist, eine waagerechte Tangente besitzen, die dem Grenzwert der Drosselspulenwechselspannung $U_\sim$ für unendlich großen Vormagnetisierungsgleichstrom I_- entspricht. Dieser Grenzwert ist derjenige, den der durch die Drosselspule hindurchgesandte Wechselstrom als Klemmenspannung an der Wechselstromwicklung allein erzeugen würde;
2. im Bereich kleiner Vormagnetisierungsgleichströme eine nahezu lineare Abhängigkeit zwischen $U_\sim$ und I_- besteht, daß aber eine wirtschaftliche Grenze für den Vormagnetisierungsgleichstrom I_- besteht, jenseits welcher selbst eine beträchtliche Steigerung der Vormagnetisierung keine lohnende Minderung der Spannung $U_\sim$ bewirkt.

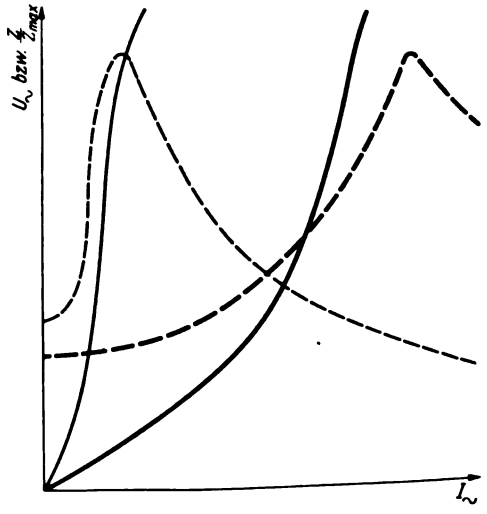


Abb. 4. Kennlinien einer gleichstromvormagnetisierten Drosselspule für zwei konstante Vormagnetisierungen und zugehörige relative Scheinwiderstände.

In Abb. 4 sind zwei Kennlinien der Abb. 1 nochmals herausgezeichnet. Die dünn ausgezogene gilt für $I_- = 0$, die stark ausgezogene für $I_- \neq 0$ (const). Aus diesen Kurven lassen sich die Kurven für den Scheinwiderstand ($Z = U_\sim / I_\sim$) bzw. die Kurven des auf den Höchstwert des Scheinwiderstands bezogenen „relativen Scheinwiderstandes“ (Z/Z_{max}) ableiten. Die dünn gestrichelte gilt für $I_- = 0$, die stark gestrichelte für $I_- \neq 0$ (const). Diese Kennlinien zeigen, daß durch Anwendung einer Gleichstromvormagnetisierung der Betriebspunkt größter Scheinwiderstände in das Gebiet größerer Wechselströme verlagert werden kann. Diese Erscheinung hat in Amerika zu dem Vorschlag geführt, die unveränderlich vormagnetisierte Drosselspule als Kurzschlußdrosselspule zu verwenden. Ihr Blindwiderstand steigt vollkommen selbsttätig, also ohne Anwendung von Relais oder Schaltern, bei geeigneter Bemessung etwa auf den dreifachen Wert. Der praktischen Ausführung dieses Vorschlages stehen jedoch zahlreiche Bedenken entgegen: die Drosselspule muß für die Linienspannung isoliert, für den Laststrom bemessen, also für die Verbraucherscheinleistung ausgelegt werden. Sollen Kurvenverzerrungen durch sie vermieden werden, so wird ihr Aufbau verwickelt. Außerdem ist sie nicht imstande — wegen der magnetischen Trägheit — den Stoßkurzschlußstrom zu begrenzen. Es ist errechnet worden, daß eine solche Drosselspule mehr kostet als ein Transformator gleicher Scheinleistung.

Eine Sonderart der vormagnetisierten Drosselspule ist die „rückgekoppelte Drosselspule“. Der die Drosselspule durchfließende Wechselstrom wird gleichgerichtet und wirkt selbst vormagnetisierend. Durch die Wahl des Windungszahlenverhältnisses $w_- : w_\sim$ und durch Anwendung eines gegebenenfalls einstellbaren Luftspaltes können ihre Kennlinien (Abb. 5) weitgehend beeinflußt werden. Die oberste, mit $w_- = 0$ bezeichnete Kennlinie der Abb. 5 ist wieder die bekannte Kennlinie der nicht vormagnetisierten Drosselspule. Die unter dieser Kennlinie verlaufenden Kennlinien gelten für steigende Gleichstromwindungszahlen w_-. Eine Rückkopplung ist auch noch in anderer Weise möglich: man kann die Spannung an der Drosselspulen-Wechselstromwicklung gleichrichten und auf die Vormagnetisierungswicklung wirken lassen.

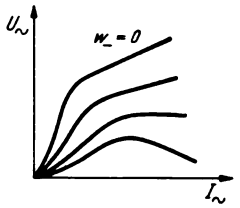


Abb. 5. Kennlinien der „rückgekoppelten Drosselspule“ für verschiedene Windungszahlenverhältnisse.

Sehr wichtig für die Kenntnis des Verhaltens der gleichstromvormagnetisierten Drosselspule ist der zeitliche Verlauf des Flusses. Bei der Untersuchung dieser Frage sind zwei Fälle zu unterscheiden: die mit zeitlich sinusförmig veränderlichem Wechselstrom beschickte vormagnetisierte Drosselspule und die an zeitlich sinusförmig veränderlicher Wechselspannung liegende vormagnetisierte Drosselspule.

Der leichter zu überblickende Fall ist der erstgenannte. Er ist in der eingangs erwähnten Abhandlung des Verfassers eingehend behandelt, so daß auf diese verwiesen werden kann[2]).

Für zeitlich sinusförmig veränderlichen Verlauf der an der vormagnetisierten Drosselspule anliegenden Spannung ergibt sich Abb. 6. Wird, wie zur Erlangung erster angenäherter Anschauungen üblich, vom Wirkwiderstand der Drosselspule abgesehen, so verlangt die zeitlich sinusförmig veränderliche Klemmenspannung an der Drosselspule einen zeitlich sinusförmig veränderlichen Flußverlauf (Abb. 6, links). Wird zunächst angenommen, daß der mittlere magnetische Gleichfluß Φ_m mit dem dem Arbeitspunkt A entsprechenden, von den Gleichstromamperewindungen aw_- erzeugten magnetischen Gleichfluß Φ_- übereinstimmt, so ergibt sich an Hand der magnetischen Kennlinie (Abb. 6, rechts) die eingezeichnete Summe der Amperewindungen $aw_- + aw_\sim$ in ihrem zeitlichen Verlauf. Aus Abb. 6 ergeben sich folgende wichtigen Schlüsse:

1. Die Kurve der Wechselstromamperewindungen $aw_\sim$ schließt mit der Zeitachse Flächenstücke verschiedenen Inhaltes ein. In anderem Maßstab stellt diese Kurve aber auch den Verlauf des von der vormagnetisierten

[2]) Helios, Lpz. 43 (1937) S. 521.

Digitized by Google

Drosselspule aufgenommenen Wechselstromes dar und würde, wenn die eingangs gemachten Annahmen über Φ_m und Φ_- richtig wären, besagen, daß dem von der Drosselspule aufgenommenen Wechselstrom ein Gleichstrom überlagert wäre, daß also die vormagnetisierte Drosselspule eine gleichrichtende Wirkung besäße. Das ist selbstverständlich nicht der Fall. Der mittlere magnetische Gleichfluß Φ_m ist entgegen der bisherigen Annahme kleiner als der Fluß Φ. Wird dies berücksichtigt, so verschiebt sich die in Abb. 6 dargestellte Sinuskurve für den Wechselfluß $\Phi_\sim$ samt der Zeitachse t auf die negative Hauptabszissenachse hin nach unten zu. Gleichzeitig verschiebt sich die Kurve der $aw_\sim$ samt ihrer Zeitachse t nach links in Richtung auf die negative Hauptordinatenachse zu, und zwar so weit, bis die Flächenstücke zwischen der Kurve der $aw_\sim$ und der unterhalb des Arbeitspunktes A eingetragenen Zeitachse inhaltlich übereinstimmen, wobei sich die Kurve der $aw_\sim$ allerdings, wenn auch nicht nennenswert, verändert.

2. Aus 1. folgt, daß der von der Drosselspule aufgenommene Wechselstrom „Halbwellen" ungleicher Dauer aufweist.
3. Aus 2. folgt nun wieder, daß der von der Drosselspule aufgenommene Wechselstrom auch geradzahlige Harmonische enthalten muß, denn ein reiner Wechselstrom enthält stets solche, wenn seine erste „Halbwelle" nicht das um die halbe Periodendauer verschobene Spiegelbild seiner zweiten „Halbwelle" ist.
4. Die besprochenen Erscheinungen treten insbesondere dann sehr ausgeprägt auf, wenn der Arbeitspunkt A, wie in Abb. 6 angenommen, im Knie der magnetischen Kennlinie liegt. Sehr sorgfältige Berücksichtigung verlangen die Verzerrungen des Wechselstromes, wenn die vormagnetisierte Drosselspule zur Kompensation der Ladeleistung langer Fernleitungen verwendet und einer Verseuchung des Netzes mit Oberwellen vorgebeugt werden soll.
5. In beiden Wicklungen treten notwendig EMKK von Grundfrequenz auf.

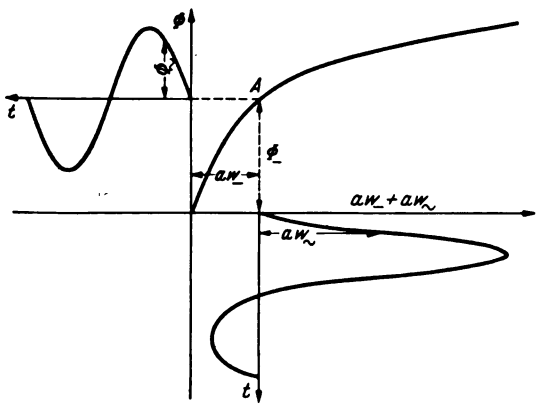


Abb. 6. Zeitlicher Verlauf der Wechselstromamperewindungen der gleichstromvormagnetisierten Drosselspule an zeitlich sinusförmig veränderlicher Spannung.

Die Betrachtungen an Hand der Abb. 6 gingen von einer Reihe vereinfachender Voraussetzungen aus, die nochmals wiederholt seien, damit die Tragweite der gezogenen Schlüsse nicht überschätzt wird: Die Kupfer- und Eisenverluste wurden vernachlässigt, ferner wurde rein sinusförmige Klemmenspannung an der Drosselspule vorausgesetzt. Da praktisch diese Voraussetzungen nie zutreffen, treten die hier gefolgerten Erscheinungen auch nicht so rein auf.

Man hat, besonders im amerikanischen Schrifttum, die vormagnetisierte Drosselspule mit der gittergesteuerten Elektronenröhre verglichen. Vergleichsweise entsprechen einander

die Klemmenwechselspannung an der Drosselspule und die Anodenspannung,

der Drosselspulenwechselstrom und der Anodenstrom,

der regelnde Vormagnetisierungsgleichstrom und die Gitterspannung.

Eine Verstärkerwirkung wie bei der Elektronenröhre tritt bei der vormagnetisierten Drosselspule insofern — auf magnetischer Grundlage — auf, als mit verhältnismäßig kleinen Regelgleichströmen beträchtliche Wechselstromleistungen geregelt werden können. Weiterhin sind, wie bei der Elektronenröhre, auch bei der vormagnetisierten Drosselspule die schon besprochenen Rückkopplungsschaltungen möglich. Endlich kann durch Kaskadenschaltungen vormagnetisierter Drosselspulen ebenso wie bei den Elektronenröhren eine nach einem Potenzgesetz wachsende Verstärkung erzielt werden. Die Kaskadierung kann in verschiedener Weise erfolgen: entweder wird der verstärkte Wechselstrom einer ersten vormagnetisierten Drosselspule gleichgerichtet und als Vormagnetisierungsstrom einer zweiten vormagnetisierten Drosselspule zugeführt usw., oder die Klemmenwechselspannung an einer ersten vormagnetisierten Drosselspule wird gleichgerichtet und an die Vormagnetisierungswicklung einer zweiten vormagnetisierten Drosselspule angeschlossen. Im zweiten Fall tritt eine Verstärkung der Klemmenwechselspannung an der zweiten Drosselspule auf. Im ersten Fall ist durch mehrfache Kaskadierung ein Verstärkungsgrad von 10 000 erreicht worden.

Die Regelverluste im Gleichstromkreis, d. h. die Kupferverluste $I_-^2 R_-$, können durch entsprechenden Kupferaufwand beliebig herabgedrückt werden. Üblich sind etwa 1 % der geregelten Wechselstromleistung. Ein annehmbarer Wert der Eisenverluste ist etwa 1 % der Drosselspulenscheinleistung.

Für die regelnde Vormagnetisierungsleistung dienen alle nur möglichen Gleichstromquellen.

Ihre Wahl richtet sich nach der gestellten Regelaufgabe. So wird man Tachometerdynamos für Drehzahlregelungen, Photozellen für Lichtstärkeregelungen, Thermoelemente für Ofenregelung verwenden. Da überdies viele nichtelektrische Größen einer Abbildung durch eine Gleichspannung oder einen Gleichstrom fähig sind, bereitet die Regelung auch solcher Größen keine Schwierigkeiten. Es können aber auch durch beliebige Mittel gleichgerichtete Wechselspannungen oder -ströme zur Vormagnetisierung herangezogen werden, und zwar entweder unmittelbar oder nach vorheriger Transformierung oder unter Zwischenschaltung von Spannungsteilern oder Nebenschlüssen, wobei sich gelegentlich die Anwendung nichtlinearer Widerstände — d. h. strom- oder spannungsabhängiger Widerstände — zur Lösung bestimmter Regelaufgaben oder zur Einhaltung bestimmter Regelkennlinien als zweckmäßig erweisen kann. Endlich kommt auch die Zwischenschaltung von heizungsgesteuerten Röhren oder von Brückenschaltungen mit nichtlinearen Widerständen zwischen die regelnde Einflußgröße und die Vormagnetisierungswicklung in Frage. Auch Einweggleichrichter sind zur Speisung von Vormagnetisierungswicklungen geeignet. Hierbei empfiehlt sich, zur Milderung der Pulsationen des Vormagnetisierungsstromes einen weiteren Einweggleichrichter beliebiger Art parallel zur Vormagnetisierungswicklung so zu legen, daß während der stromlosen Halbperiode des Einweghauptgleichrichters ein Ausgleichsgleichstrom durch die Vormagnetisierungswicklung fließen kann.

Bei der selbsttätigen Regelung irgendwelcher Betriebsgrößen mittels vormagnetisierter Drosselspulen kommt es im allgemeinen auf die Einhaltung eines bestimmten Sollwertes der betreffenden Betriebsgröße an.

Maßgebend für die Entwicklung der Regelschaltung ist hierbei die Frage, ob Abweichungen des Istwertes der zu regelnden Größe vom Sollwert nur in einer oder in beiden Richtungen zu erwarten sind. Im ersten Fall genügt es, wenn eine Vormagnetisierung der Regeldrosselspule infolge einer Abweichung des Istwertes vom Sollwert auftritt und mit dieser verschwindet. Im zweiten Fall muß stets, damit je nach dem Vorzeichen der Abweichung des Istwertes vom Sollwert ein unterschiedliches Ansprechen der Regeldrosselspule erzielt wird, dieser eine „Vorspannung", d. h. eine bereits beim Sollwert der zu regelnden Größe wirksame Vormagnetisierung gegeben werden. Diese kann entweder durch die zu regelnde Größe selbst, sofern diese einen endlichen Sollwert besitzt, oder durch eine zusätzliche konstant erregte

Digitized by Google

Vormagnetisierungswicklung erzwungen werden. Die zweite Lösung ist insofern günstiger, als sie nachträglich gestattet, durch entsprechende Einstellung des unveränderlichen vorspannenden Vormagnetisierungsstromes das Gebiet höchster Regelempfindlichkeit der Drosselspule einzustellen. Notwendig einzuhalten ist hierbei nur die Bedingung, daß die vorspannenden Gleichstromamperewindungen größer sind als die durch die maximale Abweichung des Istwertes vom Sollwert bedingten entgegenwirkenden regelnden Gleichstromamperewindungen. Wird diese Bedingung nicht eingehalten, so durchschreiten die resultierenden Gleichstromamperewindungen den Wert Null, und die Forderung, daß die Drosselspule je nach dem Vorzeichen der auszuregelnden Abweichung unterschiedlich anspricht, wird nicht erfüllt. Zur Konstanthaltung des vorspannenden Vormagnetisierungsstromes sind alle bekannten Mittel geeignet, welche konstante Ströme erzwingen, z. B. Eisenwasserstoffwiderstände usw.

Regelnde Vormagnetisierungen, welche infolge Abweichungen des Istwertes der zu regelnden Größe von ihrem Sollwert auftreten, können durch Differentialschaltungen erzielt werden:

a) mit einer Vormagnetisierungswicklung, wenn der Istwert der zu regelnden Größe durch eine Gleichspannung abgebildet und dieser eine dem Sollwert entsprechende Gleichspannung entgegengeschaltet wird. Die Differenzspannung speist dann die eingangs erwähnte einzige Vormagnetisierungswicklung. Mit dem Vorzeichenwechsel der Differenzspannung (vorzeichenverschiedene Abweichungen des Istwertes vom Sollwert) wechselt der regelnde Vormagnetisierungsstrom seine Richtung. Sollen Abweichungen in einer bestimmten Richtung nicht ausgeregelt werden, also unberücksichtigt bleiben, so ist die Richtungsumkehr des regelnden Vormagnetisierungsstromes durch ein Ventil (Einweggleichrichter) leicht zu unterbinden;

b) mit zwei Vormagnetisierungswicklungen, die gegensinnig von Strömen erregt werden, die beim Sollwert der zu regelnden Größe einander gleich sind und sich bei Abweichungen des Istwertes vom Sollwert verschieden ändern. Hierzu wird die zu regelnde Größe durch eine Gleich- oder Wechselspannung abgebildet, die einen konstanten (linearen) und einen spannungsabhängigen (nichtlinearen) Widerstand speist. Die Ströme in den einzelnen Widerständen speisen — erforderlichenfalls nach vorheriger Gleichrichtung — die beiden eingangs erwähnten Vormagnetisierungswicklungen. Überschreitet der Istwert den Sollwert, so überwiegt der Strom in der einen Vormagnetisierungswicklung den entgegengesetzt gerichteten Strom in der anderen und umgekehrt. Spannungsabhängige Widerstände für Wechselspannungen sind vor allem Drosselspulen mit gesättigtem Eisenkern.

Auch Leistungsfaktoren können zur Beeinflussung der Regelung herangezogen werden. Sei $I_\sim$ der Strom, dessen Phasenverschiebung φ gegenüber der ihn erzeugenden Spannung $U_\sim$ überwacht werden soll, so wird von der Spannung $U_\sim$ mittels eines Kondensators ein ihr um 90 ° voreilender Strom I_C und mittels einer möglichst verlustfreien Drosselspule ein ihr um 90 ° nacheilender Strom I_L gleichen Absolutwertes abgeleitet. Durch Stromwandler-Summenschaltungen werden die Stromsummen $I_\sim + \hat{} I_C$ und $I_\sim + \hat{} I_L$ gebildet, die nach Gleichrichtung gegensinnig zwei Vormagnetisierungswicklungen speisen. Deren resultierende Wirkung ist Null, wenn $\varphi = 0$, und sie ist vorzeichenverschieden, je nachdem $\varphi \gtrless 0$ ist.

Besonders empfindliche Regelschaltungen ergeben sich durch die Anwendung kippfähiger Schwingungskreise: Steigt die Spannung an (der Strom in) der Reihenschaltung (Parallelschaltung) eines Kondensators und einer eisenhaltigen Drosselspule stetig an, so springt der Strom in der Reihenschaltung (die Spannung an der Parallelschaltung) bei Überschreitung eines bestimmten Grenzwertes der Spannung (des Stromes) um einen ansehnlichen Betrag (Kippen). Der gleichgerichtete Strom (die gleichgerichtete Spannung) kann zur Vormagnetisierung herangezogen werden und ergibt kräftige Regelwirkungen.

Bewirken mehrere Einflußgrößen die Regelung (z. B. ein Strom, eine Spannung und ein Leistungsfaktor), so erhöht sich die Zahl der Vormagnetisierungswicklungen entsprechend. Es ist jedoch auch möglich, die einzelnen Einflußgrößen in Summationsschaltungen vorher zu summieren und die Summe vormagnetisierend auf nur eine Vormagnetisierungswicklung einwirken zu lassen.

Zur Bekämpfung der Streuung ist die dichte Nachbarschaft der Wechselstrom- und der Vormagnetisierungswicklung ratsam. Der praktisch durchaus erreichbare Idealfall ist der, daß eine Wicklung als Wechselstrom- und als Vormagnetisierungswicklung zugleich verwendet wird. Darüber hinaus sind die Unterbringung beider Wicklungen auf demselben Schenkel und die Mischung ihrer als Scheibenspulen ausgebildeten Teilwicklungen wirksame Mittel. Endlich können aus dem Kern austretende Streuflüsse durch eine den Kern umfassende Kurzschlußwicklung, an deren Stelle auch eine entsprechende leitende Verbindung von Preßbolzen treten kann, „weggeblasen" werden.

Die Kernformen der gleichstromvormagnetisierten Drosselspule richten sich nach den an die Regeldrosselspule gestellten Anforderungen. Außer Sonderformen, die verwickelten Kernaufbau und schwierige Bewicklung bedingen, sind für Einphasendrosselspulen zwei-, drei-, vier- und fünfschenkelige Kerne vorgeschlagen worden. Allgemein gilt, daß natürlich diejenigen Kernteile, die ausschließlich von magnetischen Gleichflüssen durchsetzt werden, aus massivem, gegebenenfalls besonders leicht magnetisierbarem Werkstoff hergestellt werden können. Zu beachten ist dabei, daß die Gleichstromamperewindungen für solche Kernteile im allgemeinen einen nutzlosen Aufwand bedeuten. Man wird daher ausschließlich von magnetischen Gleichflüssen durchsetzte Kernteile tunlichst vermeiden. Außerdem ist zu untersuchen, ob nicht etwa Oberwellenflüsse durch solche Kernteile hindurchtreten. Zutreffendenfalls ist die massive Kernausbildung in diesen Teilen unzulässig.

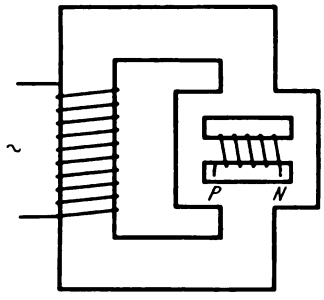


Abb. 7. Drosselspule mit auf einen bestimmten Kernteil beschränkter Vormagnetisierung.

Die vormagnetisierte Drosselspule mit einem einzigen zweischenkligen Kern und Wechselstrom- und Vormagnetisierungswicklung auf einem Schenkel ist besonders geeignet, wenn verzerrte Strom- oder Spannungskurven ausdrücklich erwünscht sind. Ihre Transformatorwirkung tritt ungehindert auf, Wechselströme im Gleichstromkreis können nur durch eine — theoretisch unendlich große — Drosselspule in diesem unterdrückt werden. Beide Wicklungen können auch durch eine gemeinsame ersetzt werden, der Übertritt des Gleichstromes in den Wechselstromspeisekreis ist dann mit bekannten Mitteln zu bekämpfen.

Wird die Vormagnetisierung durch den Gleichstrom bei einem solchen Zweischenkelkern vorsätzlich auf einen bestimmten Kernteil beschränkt, Abb. 7, so verschwinden die Kurvenverzerrungen, da der Wechselstromkreis nicht mehr auf den Gleichstromkreis wirkt, und die Regeldrosselspule wirkt wie eine Drosselspule mit mechanisch regelbarem Luftspalt, hat dieser gegenüber aber den Vorteil, daß die Regelung nicht durch mechanisch bewegliche Teile, sondern rein elektrisch erfolgt. *(Schluß folgt.)*

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Wandler.

Der Ausschuß für Wandler gibt im folgenden den Entwurf einer Änderung und Ergänzung zu

VDE 0414 „Regeln für Wandler"

bekannt. Es handelt sich dabei im wesentlichen um die Einführung einer neuen Klassenziffer 0,1 bei den Fehlergrenzen, um die Ergänzung der Bezeichnung der Bauarten und um die Regeln über die Prüfung ausgebesserter und gebrauchter Wandler, über dielektrische Verluste und die Zahl der Prüfungen sowie Bestimmungen über die Anbringung eines neuen Leistungsschildes anläßlich der Umwicklung von Wandlern.

Einsprüche zu diesem Entwurf sind bis zum 1. Oktober 1937 an die Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
Blendermann

VDE 0414/1937.

Ergänzungen zu „Regeln für Wandler R.E.W."

§ 9.
Klassenzeichen.

Wandler, die diesen Regeln entsprechen, erhalten ein Klassenzeichen. Hierfür werden mit dem Vorsatz „Klasse" — auf Wandlerschildern „Kl." abgekürzt — die in Tafel I angegebenen Ziffern verwendet.

Tafel I. Klassenziffern.

Klassenziffer	Stromwandler	Spannungswandler
0,1	Ist für genaueste Laboratoriums- und Prüffeldmessungen vorgesehen.	
0,2	Ist für Laboratoriums- und Prüffeldmessungen, sowie für genaueste Messungen der Leistung und Arbeit im Betriebe vorgesehen.	
0,5	Ist für genaue Messungen der Leistung und Arbeit im Betriebe vorgesehen.	
1,0	Ist für Messungen der Leistung und Arbeit im Betrieb vorgesehen.	
3,0	Ist meistens von hoher thermischer oder dynamischer Festigkeit und nur zum Anschluß von Strommessern oder Relais vorgesehen.	Ist nur zum Anschluß von Relais vorgesehen.
10	Ist meistens als Stabwandler für kleinen Nennstrom zum Anschluß von Überstromrelais und für Wandlerstromauslösung vorgesehen.	—

§ 10.
Fehlergrenzen.

1. Stromwandler. Die in Tafel II angegebenen Fehlergrenzen gelten

bei Wandlern der Klassen 0,1; 0,2; 0,5 und 1 für Bürden zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{1}$,
bei Wandlern der Klassen 3 und 10 für Bürden zwischen ½ und $\frac{1}{1}$

der auf dem Stromwandler angegebenen Nennbürde und bei einem sekundären Leistungsfaktor $\cos\beta = 0{,}8$; der Mindestwert der Bürde soll aber bei Wandlern mit 5 A sekundärem Nennstrom nicht kleiner als 0,15 Ω, bei Wandlern mit 1 A sekundärem Nennstrom nicht kleiner als 1,5 Ω sein.

Tafel II. Fehlergrenzen von Stromwandlern.

Klassenziffer	Stromfehler bei $1{,}0\ I_n$	Stromfehler bei $0{,}2\ I_n$	Stromfehler bei $0{,}1\ I_n$	Fehlwinkel bei $1{,}0\ I_n$	Fehlwinkel bei $0{,}2\ I_n$	Fehlwinkel bei $0{,}1\ I_n$
0,1	0,1	0,18	0,25	5′	7,5′	10′
0,2	0,2	0,35	0,5	10′	15′	20′
0,5	0,5	0,75	1,0	30′	40′	60′
1	1,0	1,5	2,0	60′	80′	120′
3	3,0	—	—	—	—	—
10	10,0	—	—	—	—	—

Die tatsächlichen Fehler des Wandlers dürfen an keiner Stelle größer sein als dem Linienzug entspricht, der bei graphischer Darstellung durch geradlinige Verbindung der Werte obiger Tafel erhalten wird. Hierbei müssen die für 100% des Nennstromes festgelegten Fehlergrenzen

bei Wandlern der Klassen 0,1; 0,2; 0,5 und 1 auch bei 120%,
bei Wandlern der Klassen 3 und 10 auch bei 50%

eingehalten werden.

Vor der Prüfung der Genauigkeit ist eine Entmagnetisierung des Stromwandlers mit Wechselstrom vorzunehmen.

2. Spannungswandler. Die in Tafel III angegebenen Fehlergrenzen gelten für Leistungen zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{1}$ der auf dem Spannungswandler angegebenen Nennleistung, bezogen auf die Nennspannung bei einem sekundärem Leistungsfaktor $\cos\beta = 0{,}8$. Bei Spannungsänderung zwischen den vorgeschriebenen Grenzen wird der der Nennleistung entsprechende Widerstand im Sekundärkreise unverändert gelassen.

Tafel III. Fehlergrenzen von Spannungswandlern.

Klassenziffer	Spannungsfehler	Spannung	Fehlwinkel	Spannung
0,1	0,1	$0{,}8 \cdots 1{,}2\ U_n$	5′	$0{,}8 \cdots 1{,}2\ U_n$
0,2	0,2	„	10′	„
0,5	0,5	„	20′	„
1,0	1,0	„	40′	„
3,0	3,0	$1{,}0\ U_n$	—	—

§ 15.
Bezeichnung der Bauarten.

Die bisherigen Bezeichnungen unter „zweiter Buchstabe: Bauweise des Wandlers" werden ergänzt durch: O = offene Wandler.

Die Bezeichnung „vierter Buchstabe: Einbau" wird geändert in „vierter Buchstabe: Lage der Befestigungsfläche des Wandlers".

§ 26 A.
Prüfung ausgebesserter Wandler.

Für die Prüfung der Isolierfestigkeit von ausgebesserten Wandlern genügt im allgemeinen die Wicklungsprobe.

(Fortsetzung auf S. 942.)

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat einen Normblattentwurf

DIN VDE 9070 „Unterputzdosen aus Isolierstoff für Schalter und Steckdosen"

aufgestellt, der umstehend veröffentlicht wird. Einsprüche sind bis zum 1. Oktober 1937 der Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Digitized by Google

Juni 1937

Installationsmaterial

Unterputzdosen aus Isolierstoff

für Schalter und Steckdosen

Richtmaße

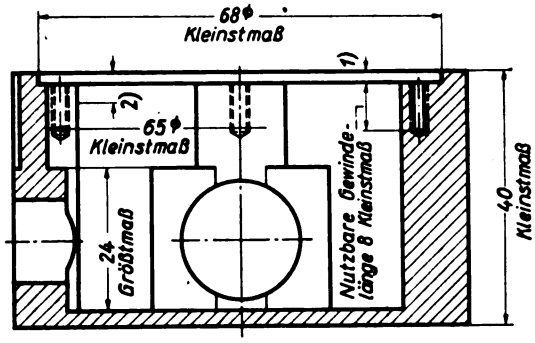
Noch nicht endgültig

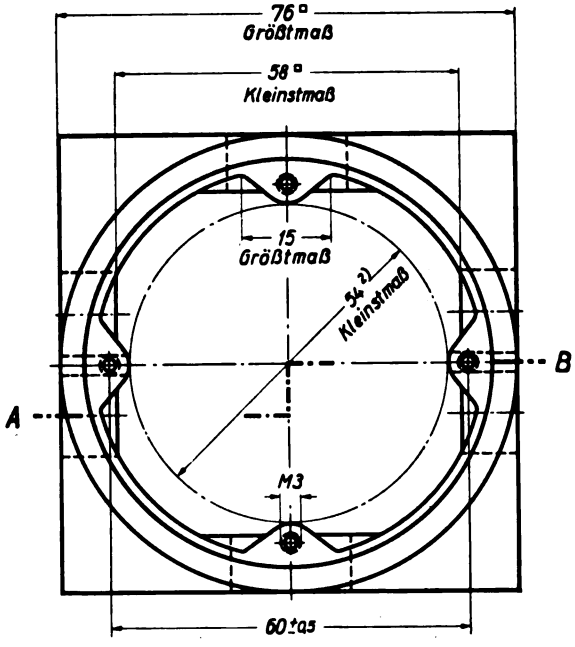
Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 9070

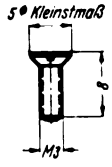
Schnitt A-B

Maße in mm





Befestigungsschraube



Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich.

Gewinde: Metrisch nach DIN 13
Werkstoff: Isolierpreßstoff

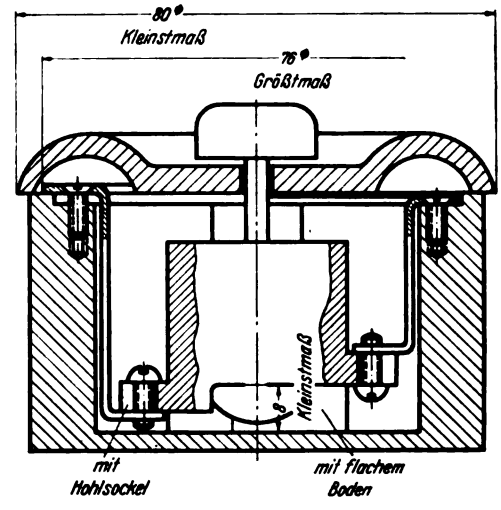
1) Die Geräte-Befestigungsstellen müssen parallel oder senkrecht zu vorhandenen Rohreinführungen liegen und dürfen nicht mehr als 1 mm unterhalb des oberen Dosenrandes angebracht sein.

2) Durch besondere Geräte-Befestigungsvorrichtungen darf der Innendurchmesser der Dose bis zu 5 mm Tiefe vom oberen Dosenrand ab auf 54 mm Durchmesser Kleinstmaß eingeschränkt werden.

3) Der Abstand zwischen Dosenboden und unterer Begrenzungsfläche des Einsatzes muß mindestens 8 mm betragen. Bei Einsätzen mit tiefem Hohlsockel gemäß DIN VDE 9402 und 9440 genügt es, wenn dieser Abstand zwischen Dosenboden und oberer Hohlsockelfläche vorhanden ist.

Die Anzahl der Nocken in der Dose darf nicht mehr als 4 betragen. Die dargestellte Lage derselben ist für die Ausführung unverbindlich.

Beispiele für Unterputzdosen mit Schaltereinsatz.



Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

(Fortsetzung von S. 941.)

Bei der Spannungsprüfung ausgebesserter Wicklungen ist die Wicklungsprobe mit einer Prüfspannung auszuführen, die innerhalb der Garantiezeit 80% der Prüfspannung und nach Ablauf der Garantiezeit 70% der Prüfspannung[3]) des neuen Wandlers beträgt.

[3]) Entsprechend derjenigen „Regeln für Wandler", die zur Zeit der ersten Lieferung des betreffenden Wandlers gültig waren.

Bei vollständiger Neuwicklung des Wandlers wird die Wicklungsprobe mit der Prüfspannung[3]) für neue Wandler ausgeführt.

§ 26 B.

Prüfung gebrauchter Wandler.

Für die Prüfung der Isolierfestigkeit von gebrauchten Wandlern genügt im allgemeinen die Wicklungsprobe. Diese ist mit einer Prüfspannung auszuführen, die innerhalb der Garantie-

Digitized by Google

zeit 80% der Prüfspannung und nach Ablauf der Garantiezeit 70% der Prüfspannung[3]) des neuen Wandlers beträgt.

§ 26 C.

Dielektrische Verluste.

Bei wertvollen Prüflingen wird empfohlen, den Verlauf der dielektrischen Verluste während der Steigerung der Spannung bis zur Prüfspannung und während der 1 min-Prüfung zu kontrollieren.

Diese Empfehlung hat den Zweck, Erfahrungswerte zu sammeln, die dazu dienen sollen, zu gegebener Zeit Vorschriften über die zulässige Änderung des Verlustfaktors zu erlassen. Sie ist zunächst jedoch nicht als Grundlage für Abnahmevorschriften gedacht.

§ 26 D.

Prüfungen.

Die Prüfungen der Isolierfestigkeit nach §§ 25, 26, 26 A, B, C sind nach Möglichkeit in den Werkstätten des Herstellers an dem neuen trockenen, betriebsfertigen Wandler vorzunehmen. Prüfungen an anderen Orten sind dann zulässig, wenn auch dort die Gewähr für die richtige Messung und Beachtung der Vorschriften gegeben ist.

Die Zahl der Wicklungsproben ist nach Möglichkeit zu beschränken. Wenn z. B. der Wandler im Anschluß an die Abnahme einer amtlichen Prüfstelle zur Prüfung zugeleitet wird, so soll die Wicklungsprobe bei der Abnahme fortfallen.

§ 34 A.

Umwicklung.

Wird die Wicklung eines Wandlers von einem anderen als ihrem Hersteller geändert (teilweise oder vollständige Umwicklung, Umschaltung oder Ersatz), so muß die ändernde Firma neben dem Ursprungsschild ein weiteres Schild anbringen, das den Namen der ändernden Firma, die neuen Angaben des Wandlers nach § 28 ff. und die Jahreszahl der Änderung enthält.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betr.: Unberechtigte Benutzung des VDE-Zeichens.

Auf Grund eines Strafantrags der VDE-Prüfstelle wurde ein Heizkissenfabrikant vom zuständigen Amtsgericht durch Strafbefehl vom 22. 7. 37 rechtskräftig zu 100 RM Geldstrafe, hilfsweise 20 Tagen Gefängnis, verurteilt.

Veranlassung zu der Einreichung des Strafantrages gab die Feststellung, daß die Firma Heizkissen mit VDE-Zeichen herstellte und vertrieb, obwohl sie die Genehmigung zur Führung des Verbandszeichens nicht mehr besaß.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Zeitlers Studienhaus-Stiftung.

Das Kuratorium der Zusatzstiftung zu Zeitlers Studienhaus-Stiftung, dem auch ein Vertreter des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg angehört, befaßte sich in seiner Sitzung vom 21. 6. 37 mit der Preisaufgabe „Ferromagnetismus" (vgl. ETZ 56 (1935), S. 216). Der ausgesetzte Preis von 2000 RM wurde je zur Hälfte den Herren Professor Dr.-Ing. Dehlinger, Stuttgart, und Dr. von Auwers, Berlin, zugesprochen.

Vortragsreihe „Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen" in Buchform.

Der VDE Bezirk Berlin-Brandenburg hat in den Monaten Januar und Februar 1936 in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin eine Vortragsreihe über „Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen" veranstaltet. Auf Wunsch vieler Hörer hat Professor Dr.-Ing. F. Lubberger VDE die Vortragsreihe in Buchform (Umfang 100 Seiten, 25 Abbildungen) herausgegeben.

Inhalt:

1. Grundbegriffe und Gesetze der Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen. Von Dr. M. Czerny, Professor an der Universität Berlin.
2. Die Wahrscheinlichkeit in der Fertigungsüberwachung. Von Oberingenieur K. Franz, Siemensstadt.
3. Beobachtungen, Vorschriften und Theorien der Schwankungen im Fernsprechverkehr. Von Dr.-Ing. F. Lubberger, Berlin.
4. Verborgene periodische Erscheinungen. Von Dr. J. Bartels, Professor an der Forstlichen Hochschule Eberswalde.
5. Das Auftreten von Wahrscheinlichkeitsgesetzen und Schwankungserscheinungen in der Physik. Von Dr. R. Becker, Professor an der Universität Göttingen.

Der Preis des Buches, welches durch alle Buchhandlungen zu beziehen ist, beträgt 8,40 RM, für VDE-Mitglieder 6,30 RM.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE/VDI, Bezirk Nordhessen, Kassel. 7. 7. (Di), 20^{00}, Hess. Landesmuseum: „Hamburger Hafen und Schiffahrt". Fritz Ahrens.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Jubiläum. — Sein 40jähriges Dienstjubiläum konnte am 3. 8. Herr Ing. Max Kutzner VDE in Neusalza-Spremberg begehen, nachdem er kurz vorher sein 60. Lebensjahr vollendete. Der Jubilar wurde in Fachkreisen durch seine in früheren Jahren ausgeübte literarische Tätigkeit und besonders als Vorsitzender der Vereinigung der Zählertechniker Deutscher Elektrizitätswerke bekannt. Seiner Anregung ist manche Verbesserung im Zählerwesen zu verdanken. 1924 wurde er in die Zählerkommission des VDE berufen und gehört dem Zählerausschuß des VDE auch heute noch an.

SCHRIFTTUM.

Eingänge.

Bücher.

Elektrolyt-Kondensatoren. Ihre Entwicklung, Wissenschaftliche Grundlage, Herstellung, Messung und Verwendung. Von Prof. Dr.-Ing. A. Güntherschulze und Ing. H. Betz. Mit 126 Abb. u. 178 S. im Format B 5. Verlag M. Krayn, Berlin 1937. Preis geh. 14 RM, geb. 16 RM.

Das Lichtbogenschweißen. Eine Einführung in die Technik des Lichtbogenschweißens. Von Dr.-Ing. E. Klosse. 2. völlig neubearb. Aufl. (Werkstattbücher H. 43). Mit 141 Abb. u. 61 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 2 RM.

Digitized by Google

Anleitungen zum Arbeiten im Röhrenlaboratorium. Von M. Knoll. 3. Teil der „Anleitungen zum Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium" von E. Orlich. Mit 57 Abb. u. 67 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 3 RM.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Herausg. von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. 8. Auflage. System-Nummer 59: Eisen. Teil A — Lfg. 8. Mit zahlr. Abb. u. 183 S. im Format B 5. Verlag Chemie, G.m.b.H., Berlin 1936. Preis 32,50 RM.

Neuzeitliche Gestaltung des industriellen Rechnungswesens. Als Voraussetzung wirtschaftlicher Geschäftsführung. Erfahrungen und Erkenntnisse eines Praktikers. Von K. Beisel. Mit 140 S. im Format B 5. Verlag G. A. Gloeckner, Leipzig 1936. Preis geh. 6,40 RM, geb. 7,80 RM.

Statistischer Bericht für die Elektroindustrie. International. Außenhandel. Herausgegeben von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie. Mit VI u. 95 S. im Format A 4. Erscheint im Selbstverlag der WEI, Berlin W 35, Corneliusstr. 3. 1937.

[Die Statistik umfaßt die Außenhandelsergebnisse 1934 und 1935 für 29 europäische und 44 überseeische Länder. Die Reihenfolge der Warengruppen ist der Vergleichbarkeit wegen geordnet nach dem Gesichtspunkt der Erzeugung, Verteilung und Anwendung des elektrischen Stromes. Die Zahlentafeln auf Seite 8 bis 12 über den Welt-Elektroaußenhandel fassen die einzelnen Ergebnisse in übersichtlicher Weise zusammen.]

Vom Flohglas zum Elektronenmikroskop. Von K. Michel. (Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte, 9. Jg., H. 1.) Mit 22 Abb. u. 32 S. im Format A 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geh. 0,90 RM.

[Der Verfasser beschreibt die Bauformen der Mikroskope von den einfachen Lupen, mit denen z. B. Leeuwenhoek seine Entdeckungen machte, bis zu den neuzeitlichen Forschungs- und Werkstattmikroskopen; auch Stand und Aussichten des Elektronenmikroskops werden kurz behandelt. Die Schrift ist mit zahlreichen Bildern ausgestattet und sehr lesbar und anregend geschrieben.]

Zink und seine Legierungen. Zusammenfassende Darstellung der Eigenschaften. Von A. Burkhardt. (Heft 1 der Beiträge zur Wirtschaft, Wissenschaft und Technik der Metalle und ihrer Legierungen). Mit 110 Abb. u. 40 S. im Format A 4. N. E. M.-Verlag, Berlin 1937. Preis geh. 5 RM.

[Das mit zahlreichen Abbildungen, Zahlentafeln und einer umfangreichen in- und ausländischen Schrifttumsangabe ausgestattete Buch vermittelt die gegenwärtige Kenntnis der physikalischen, chemischen und technologischen Eigenschaften des Zinks, den Einfluß der Beimengungen auf die Eigenschaften und die Anwendungsgebiete in der Technik.]

Nickel-Eisen und andere Nickellegierungen mit besonderen physikalischen Eigenschaften. 2. Aufl. Nickel-Handbuch, herausg. vom Nickel-Informationsbüro G.m.b.H., Frankfurt a. M. Leitung: Dr.-Ing. M. Waehlert. Mit 43 Abb. u. 60 S. im Format A 5. Verlag des Herausgebers, Frankfurt am Main 1937. Wird kostenlos abgegeben.

[Die vollständig neu bearbeitete zweite Auflage behandelt neben den binären Eisen-Nickellegierungen auch die Mehrstofflegierungen mit Zusätzen von Co, Cu, Al, Cr, Mo, Mn u. a. Für den Konstrukteur elektrischer Maschinen und Geräte sind die zahlreichen Kurven und Zahlentafeln über die magnetischen und elektrischen Eigenschaften besonders wertvoll.]

Bau und Entwicklung des Erdballs. Von H. Lorenz. (Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte, 9. Jg., H. 2). Mit 24 S. im Format A 5. VDI-Verlag G.m.b.H., Berlin 1937. Preis geh. 0,90 RM.

[Der Verfasser behandelt die mit dem Bau und der Entwicklung der Erde zusammenhängenden Fragen in einer interessanten und leicht verständlichen Weise unter Berücksichtigung der neuesten Forschungsergebnisse mit entsprechenden Hinweisen auf das geschichtliche Werden unserer Erkenntnis.]

Formelsammlung zur praktischen Mathematik. Von Dr. habil. Günther Schulz. Sammlung Göschen. Mit 10 Abb. u. 147 S. im Format 110 × 160 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1937. Preis geb. 1,62 RM.

7 Formeln genügen im Elektrohandwerk. Vorbereitung zur Gesellen- und Meisterprüfung. Von B. Gruber. 3. Aufl. Mit 395 Abb., XII u. 335 S. im Format 105 × 170 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1937. Preis geb. 4 RM.

Das physikalische Verhalten der Maschinen im Betrieb. Eine kurzgefaßte Darstellung von Prof. Dr. W. Kummer. Mit 40 Abb. im Text u. 105 S. im Format A 5. Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau 1937. Preis kart. 4 Fr.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft, Berlin. 1. 9. (Mi), 9^{30}, Kongreßsaal der Reichsausstellung „Schaffendes Volk" in Düsseldorf: Tagung mit folgenden Vorträgen:

1. Dr.-Ing. Czimatis, Gegenwartsaufgaben der Elektrowirtschaft,
2. Dr. W. Vershofen, Marktforschung und Werbung,
3. Dr.-Ing. H. Vogt, Der Einfluß der Lebensbedingungen auf den Energieverbrauch im Haushalt.

Reichsverband der Technischen Überwachungs-Vereine und Zentral-Verband der Preußischen Dampfkessel-Überwachungs-Vereine, Berlin. 2. bis 4. 9. (Do bis Sa): Mitgliederversammlung in Karlsruhe i. B. Vorträge: „Das Licht als Mittel künstlerischer Gestaltung". Prof. Dr. Weigel. „Die Auswirkungen der Metallbewirtschaftung auf Konstruktion und Fertigung". Prof. Dr. Kessner. Nähere Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Berlin W 15, Kurfürstendamm 165/166.

Verein deutscher Ingenieure, Berlin. 16. u. 17. 9. (Do u. Fr): Wissenschaftliche Herbsttagung und Betriebswissenschaftliche Tagung 1937 in Düsseldorf mit zwei Hauptvorträgen:

1. Technische Eigenschaften von synthetischem Kautschuk mit neuen Meßmethoden bei der Herstellung von Buna-Erzeugnissen,
2. Werkstoffersparnis durch konstruktive und betriebstechnische Maßnahmen,

sowie zahlreichen Fachvorträgen und Besichtigungen.

Teilnehmerkarten sind bei der Geschäftsstelle des VDI, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, erhältlich.

Deutscher Physiker- u. Mathematikertag Bad Kreuznach 1937. 19. bis 24. 9. (So bis Fr) in Verbindung mit der ord. Geschäftsversammlung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, der 18. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik, der Mitgliederversammlung der Mathematikervereinigung und der Jahresversammlung des Mathematischen Reichsverbandes. Die Teilnahme ist zu melden bei Prof. Dr. W. Grotrian, Berlin-Charlottenburg 5, Wundtstraße 46.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft (DLTG), Berlin. 22. bis 26. 9. (Mi bis So). 2. Reichstagung der Deutschen Lichttechniker und 25. Jahrestagung der DLTG in Köln a. Rh. mit zahlreichen Fachvorträgen und Besichtigungen. Nähere Auskunft erteilt die Geschäftsstelle der DLTG: Berlin W 30, Geisbergstr. 3—4.

Berichtigung.

Im Aufsatz „Elektrische Strahlungsheizung", ETZ 58 (1937) H. 29, sind auf Seite 785 und 786 in den Gleichungen (2) und (2a) eckige Klammern nachzutragen, welche die Differenz der mit 4potenzierten runden Klammern einschließen.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. Erich Schulze, Berlin-Steglitz, Jeverstr. 20.
Ing. R. Forberger, Berlin-Charlottenburg, Fabriciusstr. 7.
Prof. Dipl.-Ing. A. Matthias, Neubabelsberg b. Berlin, Landgut Eule.
Dr.-Ing. G. Hauffe, Berlin SW 61, Hornstr. 5.

Abschluß des Heftes: 20. August 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

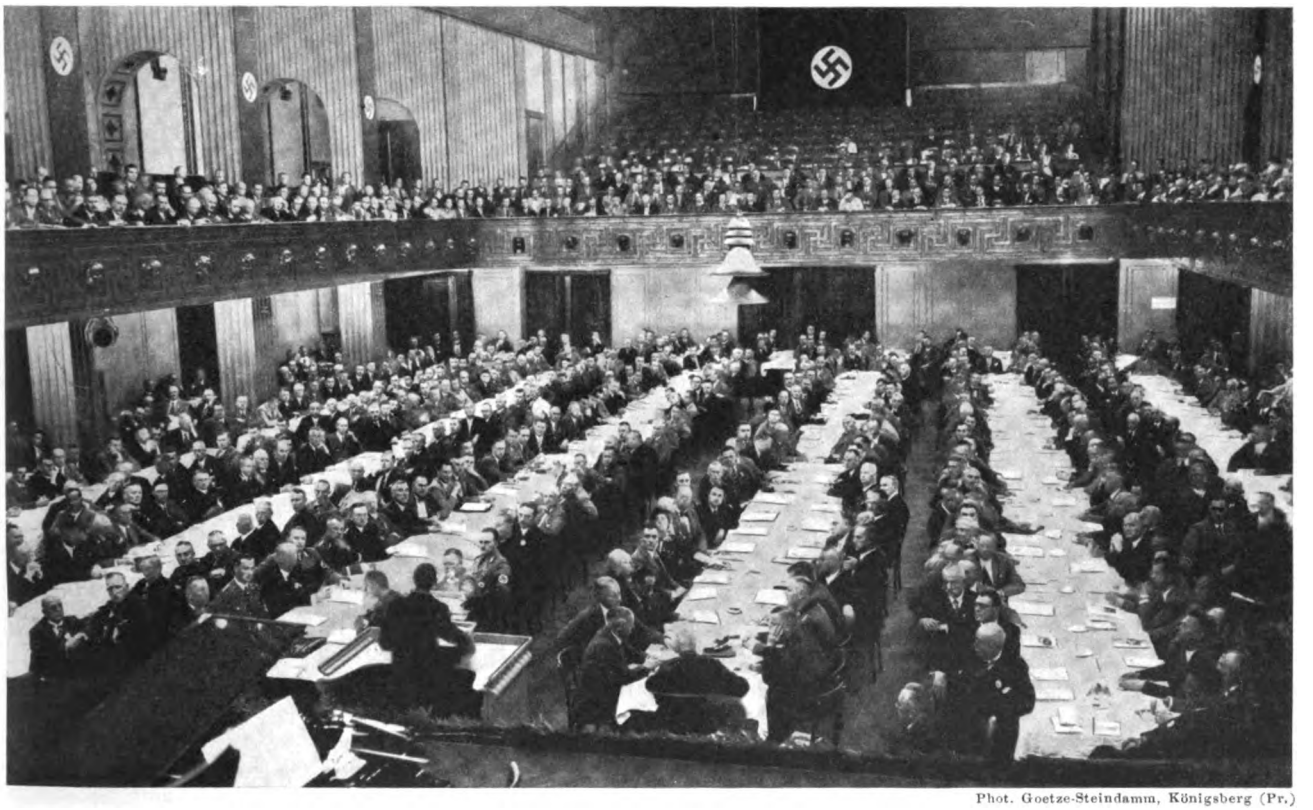
58. Jahrgang **Berlin, 2. September 1937** **Heft 35**

Die 39. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Königsberg.

Zum ersten Male tagte der Verband Deutscher Elektrotechniker in Ostpreußens Hauptstadt Königsberg, in einem Gau, der für Deutschlands Geschicke jederzeit von hervorragender Bedeutung gewesen ist. Immer wieder war das deutsche Ordensland ein Grenzwall gegen den Ansturm aus dem Osten, und der Treue seiner Bevölkerung danken wir, daß der mit soviel deutschem Blut getränkte und geheiligte Boden dem Reich erhalten blieb. Es ist also eine selbstverständliche Pflicht aller Deutschen und aller deutschen Verbände, durch Besuche und Tagungen den Stammesgenossen im deutschen Osten zu zeigen, wie eng das übrige Reich sich mit der abgetrennten Ostmark verbunden fühlt.

Auch dieses Jahr wurde vom VDE am zweiten Sitzungstage ein Treffen seiner Jungingenieure veranstaltet, das einen guten Besuch aufwies. Aus allen deutschen Gauen nahmen diesmal junge Fachgenossen teil, so daß das vom VDE gegenüber der Münchener Tagung im vorigen Jahr erheblich ausgebaute Treffen zu einem Erlebnis für alle Beteiligten geworden ist, trotzdem mit Rücksicht auf das reichhaltige Tagungsprogramm mit der Zeit sehr hausgehalten werden mußte. Über das Jungingenieurtreffen wird an anderer Stelle berichtet[1]).

Die Sitzung der zum Redaktionskomitee der ETZ und des Archivs für Elektrotechnik erweiterten Wissenschaftlichen Abteilung des VDE brachte viele wertvolle Anregungen und gab anderseits die Möglichkeit, in zwangloser Aussprache Meinungen auszutauschen und Fragen zu beantworten, die aus dem Leserkreise der ETZ und des Archivs für Elektrotechnik an die Mitglieder des Redaktionskomitees als Paten der Zeitschrift gelangt waren.



Phot. Goetze-Steindamm, Königsberg (Pr.)

Die Mitgliederversammlung am 5. 8. 1937.

Nachdem am Morgen des ersten Tages Vorstand und Vorstandsrat getagt hatten und bereits Fachberichte abgestattet worden waren, versammelten sich am Nachmittag die Fachgenossen mit den Gästen und den Ver-

[1]) Siehe S. 950 dieses Heftes.

Digitized by Google

tretern von Staat und Partei, Behörden und Verbänden, von Wehrmacht und Wissenschaft, von Industrie, Handwerk und Wirtschaft zur diesjährigen Mitgliederversammlung.

Als erster begrüßte der Leiter des VDE-Bezirk Ostpreußen, Herr Dipl.-Ing. Liebsch, die Versammlung und gab seiner Freude darüber Ausdruck, daß eine so große Anzahl dem Rufe des VDE zur 39. Mitgliederversammlung in Königsberg gefolgt seien. Sein Gruß galt unter den Gästen besonders den Vertretern der befreundeten elektrotechnischen Verbände aus der Schweiz und aus Italien. Herzlichstes Willkommen wurde dem Vertreter der deutschen Freien Stadt Danzig zuteil, der durch seine Anwesenheit die freundschaftliche Verbundenheit mit dem Reiche bekundete. Der Redner gab seiner Freude darüber Ausdruck, daß der Vorsitzende des VDE, Herr Reichspostminister Dr. Ohnesorge, trotz seiner großen Arbeitslast es sich nicht habe nehmen lassen, an der Tagung teilzunehmen und die Mitgliederversammlung selbst zu leiten; er verband damit nochmaligen Dank dafür, daß er Königsberg zum Tagungsort gewählt habe.

Namens des Oberpräsidenten und Regierungspräsidenten hieß Herr Oberbürgermeister Dr. Will den VDE in seiner Stadt herzlich willkommen; er gab auch seinerseits dem Danke Ostpreußens für den Entschluß des VDE, in Königsberg zu tagen, Ausdruck und wies auch auf die neben aller Facharbeit bestehende Bedeutung der Tagung im deutschen Osten hin:

„Sie wissen, daß Sie hier in Ostpreußen auf altem deutschen Kolonialboden stehen, wie er maßgebend vom deutschen Ritterorden für die deutsche Kultur und Wirtschaft im Osten geschaffen wurde — eine Organisationsarbeit, an der alle deutschen Stämme beteiligt waren. Uns verbindet somit eine starke blutmäßige Zusammengehörigkeit mit allen übrigen deutschen Volksstämmen, eine Verbundenheit, die sich immer schöner bewähren müßte. Denn Deutsche aller Stämme haben hier ihr Leben eingesetzt, um dieses Stück deutscher Erde zu verteidigen oder dem Vaterlande wiederzugeben. So erklärt es sich auch ganz von selbst, daß in uns der Wunsch besonders stark ist, immer in engster Fühlung mit unseren Brüdern und Schwestern im Reich zu bleiben und daß es uns mit stolzer Freude erfüllt, wenn wir Ihnen unsere schöne Heimat zeigen können.

So bitte ich Sie, nehmen Sie die Zeit Ihres Hierseins gut wahr. Gehen Sie mit offenen Augen durch die eigenartige herbe Schönheit unseres Landes! Versuchen Sie, seine Bewohner kennen und verstehen zu lernen, und Sie werden wertvollsten Gewinn mit nach Hause nehmen. Ich glaube aber auch, daß über das rein Provinzielle hinaus dieses Land für Sie viel Interessantes bietet. Ostpreußen schließt noch so große Möglichkeiten wirtschaftlicher Entwicklung in sich, deren Ausbau vorwärtsgetragen wird, daß er auch der Elektrotechnik und ihren vielfachen Anwendungsmöglichkeiten breiten Raum zur praktischen Betätigung geben wird.

Die Intensivierung der Landwirtschaft — der in unserer überwiegend agrarischen Provinz natürlich eine maßgebende Bedeutung zukommt, ist zunächst zu nennen. Daneben aber auch alle anderen Aufgaben, die mit der planmäßigen und fortschreitenden Industrialisierung Ostpreußens im Zusammenhang stehen. Gerade das Problem der stärkeren Industrialisierung dieses Landes wird die Elektrotechnik in ihre Aufbauarbeit einspannen und es fortbilden, um dabei ihre wissenschaftlichen Forschungsleistungen zu verwenden. Sie wissen, daß gerade jetzt das gesamte Deutschland von Ihrer Forschungsarbeit größeres, und zwar eine ausschlaggebende freiere Gestaltung seiner gesamten Wirtschaft erhofft, so daß nach der Erreichung der politischen und der Wehrfreiheit es nun auch die Wirtschaftsfreiheit zu erringen gilt, um dann als gleichberechtigter Faktor am Wirtschaftsverkehr aller Nationen teilnehmen zu können."

Phot. Goetze-Steindamm, Königsberg (Pr.)

Der Vorsitzende des VDE, Reichspostminister Dr.-Ing. e. h. Ohnesorge, bei seiner Ansprache.

Herr Dipl.-Ing. Köhns, Reichshauptstellenleiter im Hauptamt für Technik in der Reichsleitung der NSDAP., überbrachte die Glückwünsche des Leiters des Hauptamtes und Reichswalters des NS.-Bundes Deutscher Technik, Herrn Dr. Todt, zur Tagung. Rückblickend wies er darauf hin, daß neben der Arbeit der deutschen Pioniere in der Elektrotechnik der VDE ganz wesentlich zu dem guten Ruf unserer deutschen elektrotechnischen Erzeugnisse beigetragen habe, und er durch seine Vorschriften und durch die Prüfstelle ganz vorbildliche Arbeit geleistet habe. Die über das rein Sachliche hinausgehende Bedeutung der Arbeit des VDE umriß er mit folgenden Worten:

„Und ich glaube sagen zu können, daß er mit diesen seinen Maßnahmen nicht nur der deutschen Volkswirtschaft gedient hat, sondern daß er auch darüber hinaus und noch wichtiger vielmehr allen den Menschen gedient hat, die heute der Segnungen des Kulturwerkes Elektrizität teilhaftig werden. Und damit komme ich auf etwas, was ich nur ganz kurz erwähnen möchte: Meine Berufskameraden! Der letzte Sinn alles technischen Schaffens, der höhere Sinn des technischen Schaffens kann überhaupt nur der sein, daß wir uns ständig bemühen, unser menschliches Dasein zu verbessern, unser Lebensniveau dadurch zu steigern, daß wir frei werden für die geistige Vorbestimmung unseres menschlichen Wesens, durch das wir uns von den anderen Lebewesen seelisch unterscheiden.

Es ist ganz selbstverständlich — und die Voraussetzung für jede Ingenieurarbeit —, daß wir bestes fachliches Können aufzuweisen haben. Dennoch dürfen wir aber nicht in den Fehler verfallen, daß wir die Technik nur materiell sehen. Und wir dürfen es keinesfalls zulassen, daß in der Technik nur die exakte Formel oder der Rechenschieber regiert. Nicht immer ist die vollkommenste technische Leistung diejenige, die am besten den bestehenden Formeln und den Konstruktionswissenschaften entspricht. Die wahre und vollkommen technische Leistung ist m. E. diejenige, die in weitestgehendem Maße alle Forderungen, die unser menschliches Wesen stellen kann, erfüllt. Und dazu gehören in erster Linie die sozialen und kulturellen Belange eines Volkes.

Wir müssen also als deutsche Ingenieure über unsere tägliche Facharbeit hinaus immer wieder uns

Digitized by Google

bemühen, zu einer gründlichen umfassenden Berufsauffassung zu kommen. Dies kann nicht oft genug betont werden. Und dies ist letzten Endes der tiefere Sinn des vor einigen Monaten auf jener denkwürdigen Tagung im Berliner Sportpalast aller technischen Vereine vollzogenen Zusammenschlusses zu einer großen nationalsozialistischen Organisation: zum nationalsozialistischen Bunde deutscher Technik. Wir sind überzeugt davon, daß die Organisationsform, die wir nun hier gefunden haben und die auf jener Kundgebung von dem Reichswalter als der Wunsch von Dr. Todt verkündet worden ist, in breitestem Maße nunmehr die Möglichkeit gibt, unserer nationalsozialistischen Weltanschauung auch in unserem technischen Sektor zum Durchbruch zu verhelfen. Es erfüllt uns mit ganz besonderem Stolz und Freude zugleich, daß gerade Ihr Vorsitzender als einer der ältesten und treuesten Mitkämpfer des Führers als erster damals zu dieser nunmehr vollzogenen Neuorganisation des Technischen Verbandswesens seine Zustimmung gegeben hat.

Und ich habe nun eine Bitte in dieser Stunde an Sie alle, meine Berufskameraden: Gehen Sie von dieser Tagung hinaus und bemühen Sie sich Ihrerseits, die richtige Einstellung zu dieser Neuorganisation zu finden und in ihr nur den Zweck und das Ziel zu sehen, daß die übergeordneten Aufgaben, die ein einzelner vielleicht nicht zu lösen vermag — nunmehr besonders gelöst werden sollen und können. Aber was nützen alle Organisationen und Probleme? Was nützen alle Befehle und Anordnungen, wenn sie nicht durchdrungen sind von innerem Verständnis, wenn sie nicht erfüllt werden mit blutvollem Wesen? An jedem von uns liegt es, die Organisationsformen, die geschaffen sind, nunmehr mit blutvollstem Leben auszufüllen. Und in dieser Beziehung gibt es für uns alle noch sehr viel zu tun!"

Phot. Goetze-Steindamm, Königsberg (Pr.)

Direktor Krecke während des Hauptvortrages.

Er schloß mit den besten Wünschen für den Verlauf der Tagung und der Hoffnung, daß auch diese Tagung dem Werk des Führers dienen möchte, ein herrliches, freies Deutschland zu erstellen.

Für die Reichs- und Landesbehörden überbrachte der Vertreter des Reichs- und Preußischen Wirtschaftsministeriums, Herr Ministerialdirektor Dr. Rühl, den Dank für die Einladung zur VDE-Tagung. Aus seinen Ausführungen, die sich im besonderen mit den Arbeiten der VDE-Kommissionen befaßten, sei das Folgende hervorgehoben:

„Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat sich die Aufgabe gestellt, Vorschriften zu erlassen, um bei Beachtung dieser Vorschriften eine Gewähr dafür zu erhalten, daß Menschenleben nicht gefährdet und Sachschaden verhütet wird. Daß selbstverständlich bei Berücksichtigung dieser Punkte gleichzeitig auch eine Betriebssicherheit gewährleistet ist, bedarf keiner besonderen Erwähnung. Die zur Zeit geltenden Vorschriften, die dem Fortschritt der Technik fortlaufend angepaßt werden, haben das besondere Kennzeichen, daß sie in freiwilliger Zusammenarbeit der Wirtschaftskreise unter Mitwirkung der behördlichen und sonstigen Stellen entstanden sind, und daß diese Vorschriften, sofern sie in jeder Richtung befolgt werden, eine ausreichende Gewähr bieten, daß Unfälle und sonstige Gefahren vermieden werden.

Es ist selbstverständlich, daß bei der Vielseitigkeit der Materie die vorgenannten Stellen bei der Aufstellung der Vorschriften von vornherein nicht gleicher Auffassung sein konnten und sein mußten. Im Gegenteil, es ist selbstverständlich und es war wertvoll, daß auch manches deutliche Wort gesprochen wurde und gesprochen werden mußte. Aber daß im Endziel eine Einigung erzielt und diese Vorschriften geschaffen wurden, ist ein Werk des VDE und seiner Mitarbeiter. Die bisherigen Ergebnisse und Erfolge des VDE ermöglichen es, daß der Reichs- und Preußische Wirtschaftsminister dem ihm zur Pflicht gemachten Erlaß, auf Grund des Energiewirtschaftsgesetzes Vorschriften und Anordnungen hinsichtlich der technischen Beschaffenheit und Betriebssicherheit von Installationen, Energieanlagen und Verbrauchsgeräten auszuführen, in dem Sinne entspricht, daß der Reichswirtschaftsminister unter Verzicht auf gesetzliche Vorschriften nur die notwendigen Anordnungen erläßt und im übrigen sich auf die VDE-Vorschriften stützen kann.

Herr Direktor Baumgarten richtete die Grüße der im NS.-Bund Deutscher Technik zusammengefaßten Fachvereine aus und wies auf die Bedeutung der Gemeinschaftsarbeit der einzelnen Fachverbände hin.

Herr Reichsinnungsmeister Gamer überbrachte die Grüße des deutschen Handwerks, insbesondere des deutschen Elektrohandwerks, und betonte die Notwendigkeit engster Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Handwerker. Er erklärte dem Vorsitzenden des VDE die Bereitwilligkeit des deutschen Handwerks zu kameradschaftlichem Zusammenstehen mit der deutschen Technik und Wissenschaft zum Wohle des Ganzen.

Für die Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung sprach ihr Leiter, Herr Dipl.-Ing. Zschintzsch. Anknüpfend an seine vorjährigen Ausführungen, die von den im § 13 des Energiewirtschaftsgesetzes ausgehend auf die dem VDE darin gestellten Aufgaben ausgingen, wies er darauf hin, daß in der Zwischenzeit die Pflichten weiter gewachsen seien:

„Seitdem ist nun etwas Neues und Wichtiges insofern in den Vordergrund getreten, als wir heute vor der Notwendigkeit stehen, in einem außerordentlichen Ausmaße Arbeiten und Aufgaben durchzuführen, die uns als Elektrotechniker im Rahmen des zweiten Vierjahresplans gestellt werden: die Schaffung heimischer Werkstoffe und ihre Verwendung, wo immer es möglich ist. Eines der wichtigsten Ziele des Vierjahresplans bringt es mit sich, daß der VDE eine ständige Anpassung seiner Vorschriften vornehmen, und daß er neue Vorschriften für neue Werkstoffe schaffen muß. Um diese Arbeit mit Erfolg durchführen zu können, müssen für die lebendige Mitarbeit innerhalb des VDE und seiner Ausschüsse zwei Voraussetzungen gegeben sein, nämlich erstens die Aufrechterhaltung der Selbstverwaltung im VDE und zweitens die Notwendigkeit, in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht mit den gestellten großen Aufgaben Schritt zu halten.

Die erste Forderung liegt in der Tatsache begründet, daß der VDE seine Arbeiten auf freiwilliger Grund-

Digitized by Google

lage nach selbst gegebenen Gesetzen durchführt und ihre Gültigkeit von der Verantwortung der Allgemeinheit gegenüber herleitet. Diese Art der Selbstverwaltung, unbeschwert von den Hemmungen eines behördlichen Apparates, hat sich auf das beste bewährt und ihre Erhaltung liegt im Interesse einer raschen und zuverlässigen Arbeit, auf die wir wegen der uns anvertrauten lebenswichtigen Teile unserer Wirtschaft niemals verzichten wollen. Je freudiger und vertrauensvoller zueinander die Männer der Elektroindustrie und Elektrowirtschaft und ihrer korporativen Vertretungen der entsprechenden Wirtschaftsgruppen innerhalb des VDE zusammenarbeiten, desto wertvoller und unentbehrlicher ist die Arbeit für die Allgemeinheit. Nicht minder wichtig ist die zweite Forderung, in technischer und wirtschaftlicher Beziehung mit den jeweils gestellten großen Aufgaben Schritt zu halten. Dies gilt im Hinblick auf die im Rahmen des Vierjahresplanes zugewiesenen Aufgaben. Es gilt aber auch jede andere große Aufgabe, vor die uns der wirtschaftliche Aufbau unseres neuen Reiches überraschend schnell stellen kann. Es ist oftmals wenig Zeit zu verlieren, freimütiger Erfahrungsaustausch untereinander und das Einsetzen einer Prüfungsstelle des VDE werden die Voraussetzungen dafür schaffen, daß Theorie und Praxis in einer erfolgversprechenden Weise aufeinander abgestimmt werden.“

Er schloß mit der Versicherung, daß die Elektrizitätswirtschaft wie immer ein wahrhafter Helfer sein werde.

Im Namen des Leiters der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie ergriff Herr Dr. Rißmüller das Wort und wies auf den VDE als das Sammelbecken hin, in dem sich die Träger der Elektrizität — Fabrikation, Erzeugung und Verbrauch — eng zusammengeschlossen haben zur Erreichung eines gemeinsamen Zieles, die elektrische Energie so sicher und wirtschaftlich der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen, wie dies nur eben möglich sei. Diese Aufgabe habe in den VDE-Vorschriften ihre Bewältigung gefunden, und auch den Forderungen der neuen Zeit sei der VDE erfolgreich nachgekommen:

„Diese langjährige, sorgsame Arbeit hat es ermöglicht, als es galt, neue Werkstoffe in der Elektroindustrie einzuführen, die erforderlichen Vorschriften und Normen in verhältnismäßig kurzer Zeit umzustellen, und sie so zu gestalten, daß sie den neuen großen Aufgaben gerecht werden. Die Technik steht nie still, und so darf auch diese unsere Gemeinschaftsarbeit nicht ruhen. Wir müssen miteinander weiterstreben und schaffen, um das Werk des VDE auf seiner alten Höhe zu halten und ihm Achtung und Anerkennung zu verschaffen in fremden Ländern. Die gesamte deutsche Technik des im Rahmen der neuen Organisation gegebenen Aufbaues hat in Anerkennung und Achtung der Elektrotechnik ihr einen eigenen Raum zugewiesen. Nunmehr steht auch der VDE nach außen hin fest gewurzelt da, und wir müssen alles einsetzen und die Kräfte vereinigen, damit an dem Werk weitergearbeitet wird, und zwar in absoluter Selbständigkeit. Denn die großen Erfolge, die der VDE errungen hat, sind Erfolge der uneingeschränkten Selbstverwaltung. So mögen die weiteren Arbeiten getragen werden von freier Zusammenarbeit im technisch-wissenschaftlichen Geiste.“

Seine Worte klangen in den Wunsch aus, daß auch die diesjährige Tagung das Rüstzeug der Elektrotechnik für die Bewältigung neuer Aufgaben stark helfen möchte.

Vom Beifall der Versammlung empfangen, ergriff im Anschluß an die Begrüßungsansprachen der Vorsitzende des VDE, Herr Reichspostminister Dr.-Ing. e. h. Ohnesorge, das Wort und erstattete der Versammlung persönlich den Bericht über die Tätigkeit des VDE in der Zeit seit der letzten Mitgliederversammlung. Zunächst begrüßte er namens des Verbandes die Versammlung auf das herzlichste. Nach Ehrung der Toten des Verbandes — 50 Mitglieder hat der VDE seit der letzten Tagung verloren, darunter durch ihre Arbeit für den Verband und die Elektrotechnik weithin bekannte Fachgenossen — legte er das Treuebekenntnis zum Führer ab und wies auf wichtige Ereignisse im Verbandsleben hin.

„Meine Volksgenossen! Ich habe die Rechtfertigung unseres Verbandes vor der Öffentlichkeit mit dem immer wieder erneuten Bekenntnis zum Führer und Nationalsozialismus zu beginnen. Die härteste, aber gesündeste und für den sein Vaterland wahrhaft Liebenden beglückendste Erkenntnis war die vom großen Führer in das politische Chaos geschleuderte These, daß der einzelne Stand nichts ist ohne die anderen Stände, die die Grundlage für die Erhaltung der Weiterexistenz ist. Kein Stand hat die Wahrheit dieser Erkenntnis mehr in sich verspüren müssen als der der Ingenieure und Techniker. Gar nichts hätte ihn retten können, zum Untergang wäre die Technik verdammt gewesen, wenn nicht dem Führer die Umwertung in der menschlichen Geschichte gelungen wäre, die Umwertung der Masse zum Volk, die Umwertung des sturen Durchschnitts ohne Aufgaben- und Verpflichtungsgefühl zum Riesengebilde voller Sehnsucht nach tieferem Erleben, nach kulturellem Dasein, nach nationaler Einheit. Diese Umwertung erst erlöste auch die Technik aus der Winterstarre, sie gab dem technisch befähigten jungen Deutschen das Arbeitsfeld zurück und verlieh durch das Riesenmaß der nun wachsenden Aufgaben die Chance stärkeren äußeren Hervortretens. Wir sind uns bewußt, daß wir diese Chance nicht eigenem Verdienst zu verdanken haben und daß uns hieraus kein besonderer Anspruch gegenüber dem Volksganzen erwachsen kann. Was ist auch dabei, wenn wir auch zur Zeit der Machtübernahme auf dem Leuchtboden der Braunschen Röhre mit größter Mühe nur die gesendeten Fernsehbilder absehen konnten, während auf der diesjährigen Funkausstellung die Bilder uns lebensgroß gegenübertreten. Die jetzt aufgenommenen Fernsehbilder unterscheiden sich bei zwei Millionen Schwingungen von den Filmbildern nur noch ganz geringfügig. Was soll aber dabei sein? Es wurde der Auftrag des Führers erfüllt. Wir wären unglücklich gewesen, wenn wir die Aufgaben nicht hätten lösen können. So erscheint mir bei Lösung für die Arbeit des Ingenieurs und Technikers die alte Devise des großen Preußenkönigs wieder maßgebend, die da lautet: Mehr sein als scheinen! Unter diesem Leitwort bitte ich Sie, das entgegenzunehmen, was ich im einzelnen und in trockenen Zahlen zu dem Bericht über unsere Arbeit im Jahre 1936/37 zu sagen habe.

Voran eines, was berührt worden ist. In der großen Kundgebung der deutschen Technik am 23. April 1937 wurde die von allen Technikern ersehnte Neugestaltung der gesamten deutschen Technik verkündet. Durch organisatorische Maßnahmen wurde die sachliche und personelle Übereinstimmung zwischen dem Hauptamt für Technik der NSDAP. dem Amt für technische Wissenschaften der DAF. und dem NSBDT. erreicht. Der VDE ist damit zu einem dem NSBDT. angeschlossenen Verband geworden. Ihm wurde die Führung der Fachgruppe ‚Elektrotechnik, Gas und Wasser‘ übertragen.“

Auch diesmal galten längere Ausführungen des Vorsitzenden dem Jungingenieurwesen im VDE. Die Aufgaben der Jungingenieurarbeit umriß er durch drei Sätze:

„Erstens: Der Jungingenieur soll die großen, durch die Staatspolitik des Dritten Reiches bedingten Aufgaben der deutschen Technik kennen und sich für sie einsetzen lernen.

Zweitens: Dem Jungingenieur soll höchstes berufliches Wissen und Können vermittelt werden.

Drittens: Die Jungingenieure sollen durch gegenseitige persönliche Fühlungnahme und kameradschaftlichen Geist erzogen und gefestigt werden.“

Digitized by Google

Bezüglich des Berichtes über andere Punkte darf auf den im Tagungsheft veröffentlichten Tätigkeitsbericht verwiesen werden[2]).

Im Anschluß an den Bericht erteilte Herr Reichsminister Dr. Ohnesorge, nach Worten des Dankes an die Geschäftsführung des VDE, den Vorstand und Vorstandsrat, dem Leiter des Bezirkes Berlin-Brandenburg, Herrn Professor Dr. Kloß, das Wort zu einer Erklärung. Herr Professor Dr. Kloß wies zunächst auf die bislang von dem ehemaligen Elektrotechnischen Verein, dem heutigen VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg, gepflogene Tradition hin, der neben vielen anderen Aufgaben es noch als seine Pflicht angesehen habe, bedeutende und bahnbrechende Techniker zu ehren. Zu diesem Zwecke sei 1904 anläßlich des 25jährigen Bestehens des Elektrotechnischen Vereins die Siemens-Stephan-Gedenkplatte geschaffen worden. Im Zuge seiner von ihm vollzogenen Eingliederung in den VDE habe er sich zu einem weiteren Schritt entschlossen:

„Schon einmal hat der ehemalige Elektrotechnische Verein seine aufrichtige Bereitschaft, sich in den großen Gesamtrahmen ohne irgendwelche Eigenbrötelei einzugliedern, unter Beweis gestellt, indem er einen erheblichen Teil seines Vermögens dem gesamten VDE zur beliebigen Verfügung gestellt hat, zur Begründung der Stiftung des Elektrotechnischen Vereins e. V. zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten der deutschen Elektrotechnik.

Heute habe ich nun als derzeitiger Leiter des Bezirkes Berlin-Brandenburg die Ehre, auf Grund einer mir vom Verein erteilten Ermächtigung vor dieser Versammlung zu erklären, daß der ehemalige Elektrotechnische Verein einen weiteren Schritt im Gleichschritt zu tun gewillt ist, indem er seine vor 33 Jahren gestiftete Siemens-Stephan-Gedenkplatte voll und ganz dem Gesamt-VDE zur Verleihung überläßt. Wir werden dies noch durch eine besondere Urkunde zum Ausdruck bringen.

Möge diese Gedenkplatte auch weiterhin wie bisher im Sinne ihrer Stifter ein Ausdruck tiefer Dankbarkeit der deutschen Elektrotechniker für ihre Führer sein und zu großen Leistungen auffordern und anspornen!“

Mit Worten des Dankes übernahm der Vorsitzende des VDE die Siemens-Stephan-Gedenkplatte zur steten Verleihung an und behielt sich die weitere Regelung der Verleihung vor. Im Anschluß hieran erteilte er Herrn Direktor Krecke das Wort zu seinem Vortrag.

Herr Direktor Krecke, dessen Ausführungen wir schon gebracht haben[3]), schloß seine fachlichen Ausführungen mit persönlichen Worten an die Mitgliederversammlung. Seine dreißigjährige Tätigkeit auf dem Gebiet der Elektrotechnik habe ihn die große Entwicklung miterleben lassen, die dieses Gebiet genommen habe, und dabei habe er die Bedeutung des vorbildlichen Strebens von Elektroindustrie und Elektrizitätswirtschaft gefühlt, in kameradschaftlicher Zusamenarbeit zur Lösung der schwebenden Fragen zu gelangen, denn diese beiden Wirtschaftszweige seien in der Tat auf Gedeih und Verderb verbunden. Diese Zusammenarbeit müsse und werde sich erneut als fruchtbar bei der Lösung der Aufgaben erweisen, die der zweite Vierjahresplan uns allen stelle.

Nach dem mit reichem Beifall aufgenommenen Vortrag dankte der Vorsitzende dem Redner namens des Verbandes und aller Versammelten und versicherte noch seinerseits im Namen aller Anwesenden den Willen zur tatkräftigen Mitarbeit an den großen, vom Führer gestellten Aufgaben. Mit dem erneuten, von der Versammlung freudig aufgenommenen Treuegelöbnis an den Führer schloß er die Mitgliederversammlung.

Trotz aller Lockungen, die die Nähe der See auf manchen ausüben mochte, wiesen die Fachversammlungen einen außerordentlich starken Besuch auf, und man konnte mit Befriedigung feststellen, daß die wissenschaftliche Arbeit in der Elektrotechnik trotz der schweren beruflichen Belastung, die das mächtig aufblühende Wirtschaftsleben in Deutschland für die Fachgenossen bedeutet, rüstig mit den Anforderungen Schritt hielt. Da dieses Mal jedem Besucher der Mitgliederversammlung das Fachberichtheft zugestellt wird, ist zu hoffen, daß noch weitere Kreise als sonst an der wertvollen Arbeit teilhaben werden, die auf der Tagung geleistet wurde. Gerade die oft außerordentlich rege Diskussion zeigte, daß Wertvolles geboten wurde, und es ist zu wünschen, daß der Kreis der Teilnehmer sich immer mehr vergrößert. Besonders erfreulich ist, daß immer mehr unserem jungen Nachwuchs die Teilnahme an den Tagungen ermöglicht wird und sie so in den Fachvorträgen in den Kreis ihrer engeren Fachgenossen aus dem ganzen Reich hineinwachsen. Aus dem Konkurrenzkampf der Firmen wird so für den einzelnen ein edler Wettstreit, der, durch persönliche Bekanntschaften, die man auf Tagungen anknüpft, erneuert und erweitert, jeder Schärfe entkleidet werden kann und wird. Aus dem Firmenangehörigen wird der Fachkamerad, mit dem man diskutiert, nicht aber streitet.

Arbeit ohne Ausspannung gedeiht nicht. Deshalb fehlte auch dieses Jahr das Gesellige nicht. Wenn uns schon am ersten Abend ostpreußische Kunst der ernsten und heiteren Muse geboten wurde und auch die berühmten Königsberger Fischweiber nicht fehlten, so zeigte sich das Bernsteinland Ostpreußen am zweiten Tage als Wiege unserer Wissenschaft. Wie wäre es um die Elektrotechnik bestellt, wenn es keinen Bernstein gegeben hätte. Nicht einmal ihren guten Namen hätte sie erhalten können. Und so zeigte sich Ostpreußen und sein Bernstein in der wechselnden Gestaltung der Jahrhunderte in meisterhaft gestellten Bühnenbildern. Einen anderen Zweck erfüllte die Tagung. Sie zeigte uns Elektrotechnikern die Schönheit unseres Ostpreußen. Und so ist der Besuch von Ostpreußens landschaftlichen Schönheiten ein Teil unserer VDE-Tagung gewesen. Ob es nun das Samland mit seiner einzigartigen Steilküste und seinen Bernsteinfundstätten ist, ob es die Seenplatte bei Osterode, die Rominter Heide mit ihren herrlichen Waldungen, die Ostseeküste zwischen Rauschen und Cranz, die hohen Wanderdünen bei Rossitten mit dem Elchrevier, die herrlichen masurischen Seen mit ihren weiten Wäldern, immer ist Ostpreußen schön. Weite Flächen fruchtbarsten Bodens zeugen von einer reichen Landwirtschaft, und das Gestüt Trakehnen hat Ostpreußens Pferdezucht weltberühmt gemacht.

Hunderte von Fachgenossen wallfahrteten zu der letzten Ruhestätte unseres verewigten Feldmarschalls im Ehrenmal Tannenberg. Der Vorstand des VDE legte am Sarkophag einen Kranz nieder. Der Sonntag vereinte eine große Anzahl Tagungsteilnehmer zu einer Fahrt nach dem deutschen Danzig, dessen Mauern vor zwölf Jahren den VDE gastlich aufgenommen hatten, und das auch diesmal seine Gäste freudig empfing.

So hat die diesjährige VDE-Tagung allen Teilnehmern schönste Stunden ernster Arbeit und heiteren Genusses gebracht. Dank sei allen denen gesagt, die es sich nicht verdrießen ließen, durch große Opfer und gründliche Vorbereitungsarbeit uns die Tagung zu einem Höhepunkt im VDE-Leben zu gestalten. Harald Müller VDE.

[2]) Siehe ETZ 58 (1937) H. 31, S. 861.

[3]) Der Vortrag ist in ETZ 58 (1937) H. 32, S. 869 ··· 874 abgedruckt.

Digitized by Google

Die Jungingenieurtagung 1937 in Königsberg.

Der Vorsitzende des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Herr Reichsminister Dr.-Ing. E. h. Ohnesorge VDE, widmete der Jungingenieurarbeit innerhalb des Verbandes anläßlich der Hauptversammlung[1]) am 5. August längere Ausführungen. Er setzte an die erste Stelle als Ziel der Jungingenieurarbeit das Kennenlernen und Sicheinsetzenlernen für die großen durch die Staatspolitik des Dritten Reiches bedingten Aufgaben der deutschen Technik. Der Inhalt der drei Ansprachen, die anläßlich des Jungingenieurtreffens am Freitag, dem 6. August, gehalten wurden, bekräftigten die vom Vorsitzenden aufgestellten Richtlinien und begründeten sie.

Herr Direktor Dr.-Ing. Fischer VDE als Vertreter des Bezirkes Ostpreußen konnte über 200 aus dem Reich erschienene Jungingenieure begrüßen. Daneben waren, wie der Redner hervorhob, auch solche „Jungingenieure" zur Jungingenieurversammlung erschienen, die ihrem Alter nach nicht mehr dazu gehören, die aber einen jungen Sinn und eine jugendliche Bereitwilligkeit besitzen, um sich neuen Gedanken zuzuwenden und sich für sie einzusetzen.

Herr Dr. Fischer wies darauf hin, daß der Sinn der Jungingenieurtagung der Beziehung zwischen Politik und Technik gilt. Die VDE-Fachberichte, an denen die Jungingenieure Gelegenheit zur Teilnahme hatten, und von der sie auch eifrig Gebrauch machten, sind der Pflege und Vertiefung des besonderen Fachwissens gewidmet. Unser Zeitalter nennt man das Zeitalter der Technik. Warum soll dann der Ingenieur nur Handlanger anderer sein, warum soll er das, was er schafft, nicht auch selbst leiten und verwalten? Ihn hierzu zu befähigen und auf künftige verantwortliche Führung vorzubereiten, dient auch diese Veranstaltung. An Hand einiger Beispiele schilderte dann der Redner den Einsatz der Technik im heutigen Ostpreußen, das durch seine Abtrennung vom Reich besondere Anstrengungen machen muß, um zu bestehen. So wird in erhöhtem Maße die Technik und insbesondere die Elektrotechnik für die Einbringung der Ernte eingesetzt, da Ostpreußen eine etwa um vier Wochen kürzere Wachstumszeit hat als Mitteldeutschland. Da Ostpreußen mehr erntet, als seine Bewohner verzehren können, und eine Ausfuhr nach dem Reich durch die Marktferne verteuernd auf die Erzeugnisse wirkt, hat der Gauleiter Ostpreußens, Erich Koch, den Industrieplan entworfen, der besagt, daß rund 100 % mehr Menschen das Land bewohnen sollen als heute. Das kann aber nur durch Errichtung von industriellen und gewerblichen Betrieben erreicht werden. Wie dieser Plan bereits in Angriff genommen wurde, erläuterte der Redner an Hand der in den letzten Jahren straff zusammengefaßten Elektrizitätsversorgung Ostpreußens, denn die Elektrizitätsversorgung ermöglicht überhaupt erst, Industrie und Gewerbe anzusiedeln. Er schloß seine Ausführungen mit dem Wunsche, daß der Besuch der jungen Arbeitskameraden in Ostpreußen dazu beitragen möge, sich der engen Verbundenheit zwischen Politik und Technik erneut bewußt zu werden und sie bei der täglichen Berufsarbeit stets vor Augen zu haben.

Anschließend hielt Herr Prof. Dr.-Ing. habil. H. Weißmann VDE das Hauptreferat[2]). Die uns vom Führer gestellte gewaltige Aufgabe wird nur mit dem selbstlosen Einsatz aller in der Technik Schaffenden erfüllt werden. Es werden daher an den Ingenieurnachwuchs in der kommenden Zeit steigend große Anforderungen in qualitativer Hinsicht gestellt. Die dazu erforderliche Weiterbildung in den Entwicklungsjahren ist nicht mehr Privatangelegenheit des einzelnen, da Ingenieure am Werk sein müssen, die über höchste Leistungsfähigkeit und in ihrer charakterlichen Haltung über Führereigenschaften verfügen, die auch nicht feig vor der Verantwortung sind. Wir sind auch darin Soldaten des Führers und damit unseres Volkes. Daraus ergeben sich von selbst die Folgerungen für unsere Haltung in allen Dingen unseres Lebens, mit deren Erfüllung wir unser Volk und damit uns selbst freimachen. Die Pflege dieses Soldatentums der Technik hat besonders in der Jungingenieurbewegung ihre Zielsetzung gefunden. Weitung des Blickes über den engen, oft einseitigen beruflichen Arbeitskreis durch gemeinschaftliche Bearbeitung aller mit der Elektrotechnik zusammenhängenden Fragen. „Neuland der Technik für das Volk zu erobern", das ist die wahrhaft große Aufgabe, in die alles technische schöpferische Schaffen hineingestellt ist. Notwendig ist dazu, daß die Einheit des Willens und der Lebensauffassung dem jungen Ingenieur unserer Generation ein neues Gesicht gibt, ihn verantwortungsfreudig, willensstark und voll Selbstvertrauen zu einem wertvollen Glied der Volksgemeinschaft macht.

Hierzu ist die gemeinsame Arbeit aller notwendig entsprechend der dem einzelnen angeborenen und durch die Volksgemeinschaft zur Ausbildung gebrachten Fähigkeiten und Kräfte. Herr Prof. Weißmann richtete den Appell an die Industrie, daß eine wirkliche Führerauslese der tüchtigsten Jungingenieure durchgeführt und der Aufstieg der Leistung und nicht der Geburt geöffnet wird.

Nun nahm der Vizepräsident des Danziger Senats, Herr Dipl.-Ing. Huth VDE, das Wort zu den oft mit reichem Beifall unterbrochenen Ausführungen. Es ist wesentlich, daß sich die Techniker auf ihren Tagungen kennenlernen und die Aufgaben ihres Fachgebietes persönlich besprechen können. Begrüßenswert ist es, daß die Jungingenieure die großen Tagungen der Verbände mitmachen. Die Kameradschaft und das Zusammenfinden der jüngeren Ingenieure, die dazu berufen sind, später Führer der Technik zu sein, hielt der Redner für die Hauptpunkte der Jungingenieurtagung. So wie die nationalsozialistische Bewegung ihre weltanschauliche Erziehung von frühester Jugend an beginnt, genau so muß die fachliche und politische Ausbildung bei den Jungingenieuren einsetzen. Durch die Neuordnung der Technik im Nationalsozialistischen Bund Deutscher Technik haben die Verbände in dieser Hinsicht besondere Aufgaben erhalten. Die Arbeit des Technikers ist keine Nebenarbeit wie früher, sondern der Einsatz der technischen Mittel zum Wohl des Volksganzen gehört mit zur Staatskunst. So erfordern die Verhältnisse in Danzig infolge der Abtrennung vom Reich in der Energiewirtschaft weitgehende politische Überlegungen. Der Techniker muß also hier politisch denken und darum weitschauender und universeller werden.

Die jüngeren Kräfte der Nation, und dazu gehören in erster Linie die jungen Techniker, haben sich politisch auszurichten, indem sie sich am politischen Leben beteiligen und ihren Beruf in dieser Hinsicht auffassen. Wenn die Techniker Führer werden wollen, gehört hierzu in allererster Linie die politische Ausrichtung nach der Marschrichtung der ganzen Nation. H. Hasse VDE.

[1]) Siehe S. 948 dieses Heftes.

[2]) Der vollständige Vortrag wird in der Beilage „Der Jungingenieur" der Rundschau Technischer Arbeit veröffentlicht werden.

Digitized by Google

Aus den Fachberichtgruppen*).

Fachgruppe A I Kraftwerke.

621. 311

Der Einführende wies zunächst darauf hin, daß eine lebhafte Tätigkeit im Kraftwerksbau festzustellen sei. Um auf diesem Gebiete eine gewisse Vereinheitlichung herbeizuführen, sind von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung „Richtlinien zur Vereinheitlichung und Vereinfachung der Neubauten und Erweiterungen von Dampfkraftwerken" aufgestellt worden. Sie erstrecken sich vor allem auf die Festlegung der Dampfdrücke und -temperaturen sowie der Leistungen von Kesseln, Turbinen, Generatoren und Transformatoren. Die sich aus einer solchen Normung ergebenden technischen und volkswirtschaftlichen Vorteile wurden ihrer Bedeutung entsprechend gewürdigt. Der Einführende ging dann näher auf den derzeitigen Stand der Technik hinsichtlich der Kessel, Feuerungen und Turbinen ein und wandte sich den Aufgaben zu, die durch die Erfordernisse der Leistungsregelung und Frequenzhaltung gestellt werden. Dann wurden die Fortschritte im Bau von Stromerzeugern und Transformatoren behandelt, wobei hinsichtlich der letzteren die neuen Anordnungen zur Beseitigung der Oberwellen sowie zur Erzielung eines schwingungsfreien Verhaltens der Wicklung, ferner die öllosen Bauarten erwähnt wurden. Nach einem kurzen Blick auf die heutigen Schaltgeräte deutete der Einführende schließlich auf die Entwicklung der neuen Roh- und Werkstoffe hin, die berufen sind, ausländische Sparstoffe nicht nur notdürftig zu ersetzen, sondern sie durch bessere Eigenschaften zu verdrängen.

Herr Melan, Berlin, gab in seinem Fachbericht einen Überblick über die neuere Entwicklung des Hochdruckturbinenbaues. Der Vortragende erläuterte zunächst für Kondensationsturbinen sehr eingehend den Zusammenhang zwischen Anfangstemperatur, Anfangsdruck und dem Feuchtigkeitsgehalt des Dampfes in den letzten Stufen sowie den Einfluß der Dampffeuchtigkeit auf die Beschaufelung; auch die Möglichkeit der Zwischenüberhitzung wurde betrachtet. Ferner wurde der Einfluß des Dampfdurchsatzes auf die Höhe des zweckmäßigsten Anfangsdrucks erörtert, desgleichen die Verwendung von Vorschaltturbinen. Der Vortragende ging dann zur Betrachtung der Gegendruckturbinen über, bei welchen ein wirtschaftlicher Betrieb durch hohe Anfangsdrücke überhaupt erst ermöglicht wurde. Es wurden weiter konstruktive Einzelfragen der Hochdruckturbinen untersucht, wobei der Vortragende zu dem Schluß kam, daß die Radialturbine nach Ljungström ganz erhebliche Vorteile aufweise, u. a. geringe Läuferlänge, kleine Spielräume, Fortfall der waagerechten Teilfuge, einfache Gehäuseformen. Die Entwicklungsaussichten der Radialturbine seien deshalb als sehr günstig anzusehen.

Herr W. Guilhauman VDE, Berlin, behandelte die bei Industriekraftwerken mit Abdampfverwertung aus dem Parallelbetrieb mit öffentlichen Werken sich ergebenden regeltechnischen Fragen. Ein derartiger Betrieb verlangt nicht nur Regelung der Leistung, Frequenz und Spannung, sondern auch der jeweilig für die Fabrikation benötigten Abdampfmenge auf vorgeschriebenen Druck, wobei jedoch das unwirtschaftliche Abblasen überschüssigen Abdampfes zu verhindern ist. Für die verschiedenen Betriebsfälle wurden geeignete Regelungen vom Vortragenden angegeben und in ihrer Wirkung erläutert.

Herr K. Hoffmann VDE, Berlin, gab einen Überblick über die Verwendung von Spar- und Neustoffen für Dampfturbinen und Stromerzeuger, er behandelte also ein Thema, welches heute weit über den engeren Fachkreis hinaus von Interesse ist. Der Vortragende brachte u. a. umfangreiche Unterlagen über den teilweisen Ersatz des Nickels durch Chrom und Molybdän bei hochbeanspruchten Stählen, desgleichen den des Zinns durch Blei bei Lagermetallen. Er nahm ferner zu der Frage des Ersatzes des Kupfers durch Aluminium und der Isolierstoffe durch Heimstoffe und Neustoffe für Stromerzeuger Stellung. Die Frage der Isolierstoffe bezeichnete er als noch nicht ganz gelöst, was hindernd auf die Verwendung des Aluminiums für Wicklungen einwirke. Die von dem Vortragenden in jedem Einzelfalle genannten Zahlen über den Bedarf an Sparstoffen können Anspruch auf sorgfältige Beachtung machen. E. Krohne VDE.

*) Der volle Wortlaut der Fachberichte und Diskussionen erscheint demnächst im 9. Band der VDE-Fachberichte.

Fachgruppe A II Betrieb von Netzen.

621. 315/6

Nach den großen Fortschritten des Kraftwerksbaues und -betriebes sowohl nach der Anlagekostenseite als auch hinsichtlich Wirkungsgrad und Betriebssicherheit erfordert die Zielsetzung wirksamer Verbilligung der elektrischen Arbeit für die Abnehmer vor allem eine weitgehende Rationalisierung der Stromverteilung. Vorhandene Netze müssen in ihrer Übertragungsfähigkeit gesteigert, neu zu errichtende mit möglichst niedrigen Anlagekosten erstellt werden. Der noch weiteren Erhöhung der Betriebssicherheit in der Fortleitung elektrischer Arbeit wird, unterstützt durch die zusätzlichen Forderungen und Möglichkeiten des sich immer mehr durchsetzenden Verbundbetriebes, auch künftig besondere Bedeutung zugemessen. Infolge der gegenwärtigen Weltwirtschaftslage spielen dabei auch Rohstoff-Fragen eine erhebliche Rolle.

W. Rambold VDE, Berlin, zeigte in seinem Bericht „Höchstspannungskondensatoren und ihre Anwendung in Großkraftübertragungen", daß der Starkstromkondensator, als besonders wirtschaftliches Mittel zur Netzverstärkung noch bis vor kurzem nur für Spannungen bis zu etwa 25 kV verwendbar, nunmehr auch für Höchstspannungen, d. h. 100 kV und darüber, entwickelt worden ist. Die Isolation gegen die Höchstspannung und gegen Erde erfolgt dabei außerhalb des aktiven Teiles der Kondensatoren durch Stützer, die sich für praktisch beliebig hohe Spannungen bemessen lassen. Der unmittelbare Anschluß solcher Kondensatoren an die Betriebsspannung bedeutet Verzicht auf besondere Vorschaltumspanner und erhöht damit deren schon vorhandene wirtschaftliche Überlegenheit über den umlaufenden Blindleistungserzeuger beträchtlich. Die vielstufige Regelschaltung dieser Kondensatoren erfolgt — in Anlehnung an frühere Erkenntnisse[1]) — durch einfache Schaltanordnungen mit nur zwei Leistungsschaltern. Abschließend wurden Schutzfragen behandelt und über günstige praktische Erfahrungen mit einer 15 000 kVA-Kondensatorenbatterie, angeschlossen an ein 100 kV-Netz, berichtet. Die anschließende Aussprache ergab, daß die Reihenschaltung der Elemente der neuen Kondensatorenbauweise zur Beherrschung hoher Betriebsspannungen zweckmäßig ab etwa 6 kV angewendet wird, d. h. daß bis zu dieser Spannung die Elemente beschränkter Leistung für direkten Netzanschluß gebaut werden. Das Fehlen der Vorschaltumspannerinduktivitäten bei direktem Anschluß der Kondensatoren an die Höchstspannung wirkt erhöhend auf die Netzeigenfrequenz. Um einen oberwellenresonanzfreien Netzbetrieb sicherzustellen, muß sich deshalb die Planung Aufschluß darüber verschaffen, welcher Bereich

[1]) Vgl. VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 25.

Digitized by Google

der Netzeigenfrequenz bei Betrieb ohne und mit Kondensatoren und allen dabei möglichen Netzzuständen überstrichen wird.

F. Thauer VDE, Groß-Kayna, schlug in seinem Bericht „Spannungsprüfungen an Hochspannungsfreileitungen" vor, die Nachteile des zur Zeit üblichen sofortigen Wiederzuschaltens betriebsunsicherer Freileitungen, d. h. nach Kurzschlußabschaltungen bzw. Instandsetzungen, durch einfache Prüfverfahren zu vermeiden. Die Prüfung solcher Freileitungen vor deren Ein- bzw. Wiederzuschaltung soll entweder mit Wechselstrom (mindestens $\sqrt{3}$fache Betriebsspannung) oder mit hochgespanntem Gleichstrom erfolgen. Das Gleichstrom-Prüfverfahren läßt sich vorteilhaft mit einer einfachen Fehlerortsbestimmung verbinden; ihr kommt wegen der angestrebten sehr kurzen Auslösezeiten und deshalb vielfach kaum mehr erkennbaren Isolatorenschäden besondere Bedeutung zu.

W. Weber VDE, Berlin, trug in seinem Bericht „Die Stoßüberschlagspannung des Stützers und ihre Beeinflussung durch Einbau und Formgebung" über an Porzellan- und Hartpapierstützern ausgeführte Untersuchungen vor, die den Einfluß der Höhe vom Erdboden auf die Mindest-Stoßüberschlagspannung und den Einfluß verschiedener Kappenform auf die Mindest-Stoßüberschlagspannung und die Verzögerungskennlinie zeigen. Der Einfluß der Höhe vom Erdboden wird um so größer, je größer die Kopfkappe gegenüber der Fußkappe ist. Durch das sich mit der Höhe vom Boden verschieden ausbildende elektrische Feld sinkt die negative und steigt die positive Mindest-Stoßüberschlagspannung mit zunehmendem Abstand am Boden. Die Versuche, ausgeführt mit der vom VDE genormten Wellenform 0,5|50 µs, brachten wichtige Erkenntnisse zu einer weiteren Vervollkommnung der Stützisolatoren, ihrer Armaturen und über noch zweckmäßigere Einbauverfahren, die auch im Zeichen der neuzeitlichen Überspannungsableiter besondere Beachtung verdienen. Die in der anschließenden Aussprache von F. Obenaus VDE gebrachten Lichtbilder über die Feldausbildung an Stützern bestätigten das berichtete Ergebnis in anschaulicher Weise. Auf die Vorteile der Stützeruntersuchungen mit Hilfe der Binderschen Schleife wies A. Matthias VDE hin.

Besonders aktuelle Aufgaben wirtschaftlicher Stromverteilung, die sich aus der Steigerung des Kleinverbrauches (Wärmestrom) namentlich in den städtischen Randgebieten (Siedlungen) ergeben, behandelte E. v. Wiarda VDE, Berlin, in seinem Bericht „Die Umschaltung von 3×220 V auf 380/220 V als wirtschaftliches Verfahren zur Leistungssteigerung im Niederspannungsnetz städtischer Randgebiete". Die Übertragungsfähigkeit solcher Netze, die, entsprechend der aufgelockerten Bauweise von Siedlungen, sowohl aus Kabeln als auch Freileitungen bestehen, wird im allgemeinen nicht durch ihre thermische Belastbarkeit, sondern durch entstehende Spannungsschwierigkeiten begrenzt. Wurden die Netze am alten Stadtrand und in den umliegenden Ortschaften bisher mit 3×220 V betrieben, so ist, nachgewiesen an einem auf die Berliner Verhältnisse abgestellten Beispiel, das jedoch allgemeine Gültigkeit haben dürfte, ihre Umschaltung auf 380/220 V, verbunden mit entsprechender Leistungsverstärkung der Abspannstellen, gegenüber allen anderen Maßnahmen der Netzverstärkung, wie Einbau von Niederspannungsreglern, Verstärkung der Leiterquerschnitte und Vergrößerung der Abspannstellenzahl, wirtschaftlich von Vorteil. Vorhandene Dreileiterkabel können beibehalten, ihre drei Leiter als zwei Phasen und Null des 380 V-Netzes geschaltet werden. Zur Erleichterung der Kabelnetzumschaltung lassen sich bei den vereinzelten, auf Drehstrom angewiesenen Gewerbebetrieben vorteilhaft besondere kleine Zwischentransformatoren verwenden, die das unvollständige Zweiphasensystem in ein vollständiges Dreiphasen- bzw. Vierleitersystem umwandeln.

H. Schulze VDE.

Fachgruppe A III Leitungen.

621. 315. 1/2

In der Verteilung liegt bekanntlich der größte Kostenanteil der Elektrizitätsversorgung. Dies mag der Grund dafür sein, daß die Fachvorträge in der Gruppe A III, Leitungen, eine ganz besondere Beachtung fanden, die durch den zahlreichen Besuch und die rege Anteilnahme an den Aussprachen deutlich zum Ausdruck kamen. Das Interesse wurde dadurch noch gesteigert, daß die Berichte sowohl auf Fragen des Freileitungsbaues als auch des Kabelnetzbaues und Betriebes eingingen. Der Einführende wies darauf hin, daß der zweckmäßige Ausbau der Verteilungsanlagen eine wesentliche Voraussetzung für die Lieferung jeglichen Strombedarfes zu solchen Preisen und Bedingungen sei, daß der Abnehmer von den Vorteilen der Verwendung der elektrischen Arbeit weitestgehend Gebrauch machen kann. Es komme daher der technischen Entwicklung und dem Ausbau der Leitungsanlagen größte Bedeutung zu, und man müsse stets seine Aufmerksamkeit darauf lenken, immer nach etwas Besserem zu suchen, um den Bau und Betrieb der Verteilungsanlagen so billig und so sicher wie möglich zu gestalten.

Im Freileitungsbau hat man mit besonders hohen Kosten durch die Fundierung der Masten zu rechnen, wenn es sich darum handelt, Freileitungsstrecken durch Gelände mit schlechten Bodenverhältnissen zu führen. Herr P. Perlick VDE, Hannover, berichtete über „Wirtschaftliche Gründungen für Hochspannungsleitungen", wobei er darauf hinwies, wie man sich bemüht habe, Fundierungsverfahren zu finden, deren Kosten sich in wirtschaftlich tragbaren Grenzen halten, und die auch in schlechtem Boden eine genügende Standsicherheit der Freileitungsmaste gewährleisten.

In seinem Vortrage „Ausnutzung von vorhandenen Kabeln unter Benutzung des Bleimantels als vierten Leiter" behandelte Herr V. Aigner VDE, Berlin, Fragen der Netzumstellung von 3×220 V auf 380/220 V. Da die Verlegung von Vierleiterkabeln oder das Verlegen eines vierten Leiters im allgemeinen auf erhebliche finanzielle und Beschaffungsschwierigkeiten stößt, wird nachgewiesen, daß bei der Umstellung von Dreileiter- auf Vierleiternetze der Bleimantel als vierter Leiter (Nulleiter) verwendet werden kann. In der Aussprache kam man übereinstimmend zu der Auffassung, daß es sich bei der vom Vortragenden behandelten Art der Umstellung um eine Behelfsmaßnahme handelt, der aber aus den z. Z. vorliegenden Gründen Bedeutung zukommt.

Herr W. von Mangoldt VDE, Berlin, führte in seinem Bericht „Das Ausbrennen von Fehlern in Netzen mit Aluminiumkabeln" aus, daß man Versuche durchgeführt habe, um die Frage zu klären, ob das Ausbrennen von Fehlerstellen bei Starkstrombleikabeln mit Aluminiumleitern in der gleichen Weise durchgeführt werden kann wie bei Kabeln mit Kupferleitern. Die Ergebnisse zeigten, daß das Ausbrennverfahren bei Aluminiumkabeln mit der gleichen Sicherheit angewendet werden kann wie bei Kupferkabeln. Interessant war in der Aussprache die Mitteilung, daß das Ausbrennen von Kabelfehlern in Kupfernetzen schon 1894/96 bei den Bahnhofelektrizitätswerken Dresden vorgenommen wurde. Planmäßig wurden die entsprechenden Verfahren jedoch in Amerika entwickelt.

Herr G. Lehmann VDE, Dresden, berichtete in seinem Vortrage „Gewitterstörungen an Erdkabeln", daß auch im Erdboden verlegte Starkstrombleikabel den Blitzeinwirkungen ausgesetzt sind. Es ist zu vermuten, daß solche Störungen an Erdkabeln in gewitteranfälligen Gebieten bisher verschiedentlich auf das Konto „Unbekannte Ursachen" gebucht worden sind. Vorbeuge- und Abhilfemaßnahmen wurden besprochen. — Die Aussprache über diesen Vortrag gestaltete sich besonders lebhaft. Aus ihr ging eigentlich hervor, daß man sich schon außerordentlich lange und vielseitig mit den Blitzschäden an Kabel-

Digitized by Google

leitungen beschäftigt hat. Es ist zu hoffen, daß durch die angedeuteten Abhilfemaßnahmen die Blitzschäden eingegrenzt und die Sicherheit der Stromversorgung mittels Kabel noch weiter erhöht wird. Daraus werden zweifellos neue Kenntnisse über die Blitzeinwirkungen auf diesem Verteilungsgebiet gewonnen werden.

W. Zschintzsch VDE.

Fachgruppe B I Maschinen und Transformatoren.

621. 313 + 621. 314. 22

Herr W. Krämer VDE, Berlin, sprach über „Neue Bauformen für Transformatoren mit sinusförmigem Magnetisierungsstrom". Das Oberwellen-Kompensationsverfahren, bei welchem die Joche so aufgeteilt werden, daß eine magnetische Dreieckschaltung entsteht, benötigt zur Vermeidung von Störungen durch Flußoberwellen dreifacher Frequenz eine Hilfswicklung auf den Jochteilen und zur Unterdrückung der Jochstreuung, die die Jochinduktion herabsetzt und damit die Kompensationswirkung vermindert, eine weitere Hilfswicklung auf den Schenkeln. Der Vortragende zeigte, daß diese Hilfswicklungen durch V-Schaltung erheblich vereinfacht werden können. Dadurch wird ein einfacher und mechanisch einwandfreier Zusammenbau des Transformators ermöglicht, ohne daß die elektromagnetische Wirksamkeit der Schaltung wesentlich beeinträchtigt würde. Auch bei Fünfschenkeltransformatoren sind ähnliche Vereinfachungen der erforderlichen Hilfswicklungen möglich. Hier kann man sogar mit Hilfswicklungen nur auf den Schenkeln ohne solche auf den Jochen auskommen. Die vereinfachten Schaltungen geben bei Induktionen von etwa 15 000 G eine immerhin noch ebenso weitgehende Kompensation der Oberwellen wie die vollkommene Schaltung bei 16 000 G. — In der Aussprache bezweifelte Herr Calliess VDE die Gefährlichkeit der Oberwellen, die nach Erfahrungen in einem sehr großen Netz noch nie zu Störungen geführt hätten. Die Bedeutung der Oberwellenkompensation liege mehr in der Möglichkeit, höhere Induktionen anzuwenden und dadurch Werkstoffe zu sparen. Doch sei diese Möglichkeit begrenzt durch die Erhöhung des Magnetisierungsstromes und der Eisenverluste. Herr Scharstein VDE äußerte ähnliche Bedenken und erinnerte ferner an seinen Aufsatz in der ETZ 58 (1937) H. 27, S. 729, in welchem Möglichkeiten des Oberwellenausgleichs auch bei bestehenden Netzen ohne Anwendung besonderer Transformatorbauarten gezeigt wurden. Herr Bollmann VDE warnte eindringlich vor weiterer Komplizierung des früher so einfachen Transformators.

Das Thema des Vortrags des Herrn V. Roßmaier VDE, Mannheim, war „Ein Vergleich der verschiedenen Stromverdrängungs-Kurzschlußläufer insbesondere für große Leistungen und schwere Anläufe". Große Maschinen, die mit kleinem Betriebsschlupf arbeiten, benötigen zur Entwicklung eines großen relativen Anlaufmomentes bei gegebenem relativem Anlaufstrom eine besonders große Widerstandserhöhung beim Anlauf. Diese Widerstandserhöhung kann beim Hochstabläufer nur durch eine entsprechend große Stabhöhe erreicht werden, welche eine große Streuung bedingt, also den Leistungsfaktor beim Nennbetrieb verschlechtert. Beim abgesetzten Hochstab (L-Stab) und noch mehr beim Doppelnutläufer hat man dagegen mehr Möglichkeiten der Bemessung. Solche Motoren können daher gegebenen Anlaufbedingungen mit besseren Laufeigenschaften angepaßt werden. Der Doppelnutläufer ist besonders für hohes Anzugsmoment bzw. für Stern-Dreieck-Schaltung geeignet. Als Vorteil des Hochstabläufers wird vielfach angegeben, daß die Anlaufwärme vom ganzen Käfig, nicht nur von einem Teil desselben, wie beim Doppelnutläufer, aufgenommen würde. Der Vortragende zeigte durch Rechnung, daß dies nicht zutrifft, weil die Anlaufzeit im allgemeinen viel zu kurz ist, als daß die im oberen Teil des Stabes entwickelte Anlaufwärme zum unteren Teil abströmen könnte. Es entstehen deshalb außergewöhnlich hohe Temperaturunterschiede innerhalb des Stabes, die zu inneren Spannungen und in besonders schweren Fällen sogar zur Zerstörung des Läuferkäfigs führen. Roßmaier will demgemäß jeder der fraglichen Bauarten (Hochstab-, L-Stab-, Doppelstab-Läufer) ein besonderes Anwendungsgebiet zuweisen. In der Aussprache brach Trassl VDE eine Lanze für den Hochstabläufer, der in sehr großer Anzahl für die schwierigsten Bedingungen gebaut worden sei und sich ausnahmslos bewährt habe.

Herr E. Wiedemann VDE, Mannheim, sprach über „Wasserkraftgeneratoren für Freiluftaufstellung". Er gab zunächst einen Überblick über die Entwicklung der Generatoren mit senkrechter Welle, die schon in den 90er Jahren mit einer Schirmbauart begann, dann zu einer Normalkonstruktion mit Spurlager im oberen Tragstern führte und heute bei großen Einheiten zu einer Bauart zurückkehrt, welche der alten Schirmtype sehr ähnlich ist, also entweder nur einen sehr vereinfachten oberen Tragstern ohne Spurlager (nur mit Halslager) oder auch gar keinen oberen Tragstern aufweist. Diese Bauart eignet sich ganz besonders für Freiluftaufstellung der Generatoren, weil dabei alle Lager in dem Bereich des Bedienungsraumes zwischen Turbine und Generator liegen. Der Vortragende erläuterte den Aufbau der Generatoren für das erste in Deutschland gebaute Freiluftkraftwerk und verglich es mit ähnlichen Anlagen in Schweden, in der Tschechoslowakei und in Nordamerika. Der Vergleich zeigte eine bemerkenswerte Übereinstimmung in den wesentlichen Punkten. Eine Begehbarkeit des Raumes über dem Generator ist nur noch bei Kaplan-Turbinen erforderlich, solange die Ölzuführung für die Laufradsteuerung über dem Generator liegt. Etwaige Instandsetzungsarbeiten sind auch ohne Begehbarkeit dieses Raumes möglich, ohne daß der Deckel des Generators abgehoben würde. — In der Aussprache zeigte Herr Bätz VDE ein Bild einer ganz ähnlichen Ausführung einer anderen Firma und erläuterte daran im einzelnen die Möglichkeiten von Instandsetzungsarbeiten ohne Entfernung der oberen Abdeckung.

Daß auch im Elektromaschinenbau Forderungen vorkommen, durch die vom Gewohnten völlig abweichende Bauarten bedingt werden, und daß auch auf solchen Gebieten recht erhebliche Entwicklungsarbeit schon geleistet ist, zeigte der Vortrag des Herrn J. Tittel VDE, Berlin, über „Grenzleistungen im Bau von Mittel- und Hochfrequenzmaschinen". Zwei Bauarten kommen für diese Maschinen in Frage, nämlich die Gleichpolanordnung, bei der das Polrad nur ein Zahnrad ist und die Erregerspule ruhend angeordnet werden kann, und daneben die auch sonst übliche Wechselpolanordnung. Bei großen Leistungen im Mittelfrequenzbereich (500 bis 1000 Hz) erweist sich die Wechselpolanordnung als günstig. Die geringe Jochhöhe bedingt schon hier sehr günstige Lüftungsverhältnisse. Dadurch wird das Gewicht einer 500 Hz-Maschine bei gleicher Leistung sogar kleiner als das einer 50 Hz-Maschine. Solche Maschinen sind schon für Leistungen bis zu 2500 kW ausgeführt worden, und auch eine Erhöhung der Leistung auf 4000 kW würde keine Schwierigkeiten bieten. Für sehr hohe Frequenzen (10 000 bis 15 000 Hz) kommt nur noch die Gleichpolmaschine in Frage. Hier liegen die Schwierigkeiten nicht mehr im Läufer, sondern im Ständer. Bei der sehr kleinen Polteilung (für ein Beispiel wurden 4,7 mm angegeben) und der kleinen kritischen Kupferhöhe kommt man zu sehr hohen Stromdichten und damit zu einer starken Zusammendrängung der Verluste auf eine enge Zone (etwa 5 mm Zahnhöhe). Dies bedingt eine besonders sorgfältig durchgebildete Lüftungsanordnung. Auch bei diesen hohen Frequenzen werden schon Leistungen von 1000 kW und darüber gefordert. Man kommt dabei auf Umfangsgeschwindigkeiten bis zu 200 m/s, die sich nur noch mit Wasserstoffkühlung beherrschen lassen. Der Vortragende

Digitized by Google

bezeichnete eine Erhöhung der Frequenz bis auf 30 000 Hz bei Anwendung einer Bruchlochwicklung und bei besonders hoch getriebener Arbeitsgenauigkeit als noch möglich. — In der Aussprache zeigte Herr Putz VDE Bilder ähnlicher Maschinen, die eine weitgehende Übereinstimmung der wichtigsten Konstruktionsgrundsätze erkennen ließen. K. Humburg VDE.

Fachgruppe B II Stromrichter.

621. 314. 6

Die ersten beiden Fachberichte gehören in das Gebiet der Rückwirkung von Stromrichteranlagen auf das speisende Drehstromnetz. Diese Erscheinungen wurden nach einem kurzen Überblick über die Entwicklung der Stromrichter in den letzten Jahren in den einführenden Worten erläutert.

Herr G. Reinhardt VDE, Berlin, behandelte die Rückwirkung von Umrichteranlagen mit und ohne Energiespeicher („Die Belastung des Drehstromnetzes durch Umrichter verschiedener Systeme").

In gewöhnlichen Gleichrichteranlagen und Umrichteranlagen mit Energiespeicher beträgt die Vergrößerung des Stromeffektivwertes durch die Verzerrung des Stromes nur 2 bis 3 %. Bei Umrichteranlagen ohne Energiespeicher wird die Verzerrung groß, da sich die Leistungspulsationen des Einphasennetzes in gleicher Form auf das Drehstromnetz übertragen. Für den Umrichter der Wiesentalbahn wurde ein Grundschwingungsgehalt von 0,76 genannt; bei einem Verschiebungsfaktor von 0,85 ergibt dies einen Gesamtleistungsfaktor von $0{,}76 \cdot 0{,}85 = 0{,}65$. Versuche ergaben, daß kein Flimmern angeschlossener Glühlampen und nur eine unbedeutende Zunahme des Leerlaufstromes von Motoren eintritt, wenn die Umrichterlast etwa 15 bis 20 % der Kraftwerksleistung nicht überschreitet. Ein Beispiel zeigte, daß unter diesen Lastverhältnissen die Verzerrung des Gesamtstromes des Kraftwerkes in geringen Grenzen bleibt. Der Vortragende vertrat den Standpunkt, daß nur der Verschiebungsfaktor für das speisende Drehstromnetz maßgebend und die Stromverzerrung bedeutungslos sei. — In der Diskussion wurde dieser Standpunkt nicht geteilt und darauf hingewiesen, daß bei einer größeren Verbreitung der Umrichteranlagen der Anschluß wahrscheinlich an einzelne Speisepunkte weitverzweigter Überlandwerke erfolgen werde und daher die Anschlußbedingungen nicht so günstig wie bei dem gezeigten Beispiel ausfallen würden. Bei solchen ungünstigeren Bedingungen wird der Energiespeicher ein wertvolles Hilfsmittel sein, schädliche Störungen der Umrichter auf das speisende Netz zu vermeiden.

Herr K. Aymanns VDE, Mannheim, berichtete über „Eine neuartige vereinfachte Zwölfphasenschaltung für Gleichrichteranlagen", die mit einem einfachen Sechsphasentransformator einen angenähert zwölfphasigen Betrieb zu führen gestattet. Diese Schaltung steht gütemäßig zwischen den symmetrischen Sechsphasen- und Zwölfphasenschaltungen, und zwar auch bezüglich der Oberwellenerzeugung auf der Drehstrom- und Gleichstromseite. Man wird sie also wegen ihrer besonderen Einfachheit gegenüber anderen Zwölfphasenschaltungen da anwenden, wo eine sechsphasige Anlage zu hohe Oberwellen ergäbe und, sie herabzusetzen, nicht in dem Maß wie bei reinen Zwölfphasenschaltungen erforderlich ist. Für Hochstromanlagen ist die neue Schaltung weniger geeignet, da die Belastbarkeit der Gleichrichter herabgesetzt wird. — Die Diskussion gab Gelegenheit zu einer Aussprache über die Vor- und Nachteile der Vergrößerung der Phasenzahl von Stromrichteranlagen. Die Vorteile liegen bei dem speisenden Drehstromnetz in der Verbesserung der Stromform, die Nachteile bei den Stromrichteranlagen in der Komplikation der Stromrichter-Transformatoren und -Schaltungen. Die Bedeutung der häufig in den Interessentenkreisen zu wenig bekannten Komplikationen der Stromrichteranlagen für die Übersichtlichkeit und Einfachheit des Betriebes wurde betont und empfohlen, diese Bedeutung beim Abwägen der Vor- und Nachteile entsprechend zu bewerten. Nach Austausch der verschiedenen Ansichten über diese Vor- und Nachteile bestand Einigkeit darüber, daß sich eine Vermehrung der Phasenzahl nur auf die wirklich notwendigen Sonderfälle beschränken sollte, die in den einführenden Worten erläutert wurden.

Herr K. Maertens VDE, Berlin, berichtete über „Steuerung und Regelung von Großstromrichtern" (mechanische Steuerungen, Steuerungen mit Entladungsgefäßen und mechanischen Steuerungen). Die Brauchbarkeit einer größeren Anzahl ausgeführter Gittersteuerungen wurde an Hand einer Idealkurve für die Gitterspannungen untersucht. In der Diskussion wurde diese Idealkurve in dem Zeitabschnitt während des Verlöschens des Anodenstromes nicht allgemein als notwendig anerkannt.

Herr H. Adler, Berlin, behandelte einen interessanten Einfluß der Gleichstromwelligkeit auf den Betrieb von Kinogleichrichtern. Besonders bei Ausführung des Gleichrichters in Dreiphasenschaltung können infolge der Blendendrehzahl von 24 U/s langsame Lichtschwankungen auftreten, die in das Gebiet von 7 Hz fallen, für die das menschliche Auge am empfindlichsten ist. Beim Zwei- und Sechsphasengleichrichter dagegen braucht das Hell-Dunkel-Verhältnis nur geringfügig geändert zu werden, um jedes Flimmern zu vermeiden. Besonders groß sind die Vorteile des Sechsphasensystems bei Kinogleichrichtern mit Vordrossel. H. Meyer-Delius VDE.

Fachgruppe B III Schaltgeräte.

621. 316. 5

In der Fachgruppe Schaltgeräte wurden vier Berichte gegeben, von denen die ersten beiden sich auf Schalterfragen bezogen. Bereits im Vorjahr war die Entwicklung der öllosen und ölarmen Schalter so weit fortgeschritten, daß prinzipiell neue Gesichtspunkte nicht mehr vorgetragen werden konnten. In diesem Jahr brachte der Vortrag von Herrn G. Brockhaus, Berlin, über „Freistrahl-Druckgasschalter in Trennschalterbauform", die von der bereits eingeführten Säulenbauweise abweicht, neue Gesichtspunkte für die Bauweise von Schaltern. Bei dieser Bauform sind selbstverständlich die Baugrundsätze des Druckgasschalters beibehalten worden. Der Schalter gleicht im Aufbau dem Trennschalter. Der Lichtbogen wird nicht mehr in einer geschlossenen Kammer, sondern im Freien gezogen. Betriebstechnisch erscheint als wesentlicher Vorteil die geringe Bauhöhe, die den Bahntransport eines vollkommen geprüften und fertig zusammengebauten Schalters für 220 kV Betriebsspannung gestattet. Bei der neuen Konstruktion der Freistrahldüse wurde die Verringerung der Lichtbogendauer auf 1 bis 2 Halbwellen erzielt. Versuche bei äußerst starkem Rauhreifbelag im Riesengebirge ergaben die unbedingte Betriebssicherheit des Schalters. Über einzelne Konstruktionsverbesserungen wurde berichtet.

Im zweiten Vortrag gab Herr O. Schwenk VDE, Frankfurt a. M., einen Überblick über „Die Weiterentwicklung der Druckluftschalter mit doppeltwirkender Strömung". Die Ausführungen erstreckten sich auf Versuche, die mit Schaltern mit Abschaltleistungen über 200 MVA der Spannungen 10 bis 45 kV gemacht wurden. Die Ausbildung der Schaltstücke im Schaltkopf für die höheren Nennströme unter Verzicht auf den Paralleltrennschalter ergab keine Vorteile gegenüber der bisher bekannten Bauweise. Die Betriebssicherheit der betrachteten Druckluftschalterbauart wurde durch zwangläufige Steuerung des Schaltmechanismus mit den Blasventilen erhöht. Beim Ausbleiben der Preßluft ist ein Ausschalten des Schalters unmöglich.

Digitized by Google

Wertvolle Hinweise für die Beurteilung von Schmelzsicherungen wurden in dem Vortrag des Herrn H. Weber VDE, Berlin, gegeben, der die „Vorgänge bei Kurzschlußabschaltungen durch Schmelzsicherungen" behandelte. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß eine programmmäßige Abschaltung der höchstmöglichen Kurzschlußleistung nicht unbedingt ein Kriterium für die Güte einer hohen Leistungssicherheit ist, sondern die Abschaltung vom Verlauf bzw. der Höhe des Nachstromes abhängt.

Zu einer äußerst lebhaften Diskussion regte der Vortrag von Herrn W. Höpp VDE, Berlin, über „Die Umstellung der Schaltgeräte und des Installationsmaterials für die Verwendung von Aluminiumleitungen" an. Die Diskussion erstreckte sich in der Hauptsache auf die Entwicklung von Installationsmaterial für die Verwendung von Aluminiumdrähten. Auf Grund der Versuchsergebnisse wurden einige bis jetzt als günstig erkannte Klemmen gezeigt. Der Vortragende gab Gesichtspunkte für die Prüfung von Schaltmaterial bei Verwendung von Aluminiumleitungen an, die sich auf Grund der in der letzten Zeit vorgenommenen umfangreichen Versuche als richtungweisend ergeben haben. Als einer der wichtigsten Gesichtspunkte für die Güte der Kontakte wurde als höchstzulässiger Spannungsabfall 6 mV an der Klemmstelle angesehen. Auch die Härte des zu verwendenden Aluminiums sollte genormt werden, da hiervon die Konstruktion der Kontakte abhängt, die ja mit einer gewissen Federung ausgestattet werden müssen.

A. Reinauer VDE.

Fachgruppe C 1 Elektrowärme.

621. 365

Zum erstenmal räumte der VDE der „Elektrowärme" eine eigene Fachgruppe auf der Jahresversammlung ein. Die rasche Zunahme des Stromabsatzes für Elektrowärmezwecke sowohl in der Industrie wie im Haushalt rechtfertigt die Anerkennung als eigenes Fachgebiet. Die vier Vorträge gaben Teilausschnitte aus diesem vielseitigen Verwendungsgebiet elektrischer Energie von ganz verschiedenen Gesichtspunkten aus.

Herr H. Trassl, Berlin („Wirbelstromheizung mit Niederfrequenz") behandelte eine neue Form der induktiven Heizung von Kesselwänden u. dgl. durch außen aufgesetzte geblätterte Erregerjoche, die sekundäre Wirbelströme in der magnetischen Blechwand erzeugen. Wirkungsgrad wie Leistungsfaktor können durch einen Kupferbelag auf der Blechwand wesentlich gesteigert werden. Diese Wirbelstromheizung ist bis etwa 500 ° verwendbar und ermöglicht Energiedichten bis zu 300 kW/m².

Mit Stromversorgungsfragen für Elektrowärmezwecke beschäftigen sich die beiden nächsten Vorträge. Herr A. Driller VDE, Berlin („Der Leistungsfaktor in der Elektrowärme") untersucht alle Arten elektrischer Heizung hinsichtlich ihres Leistungsfaktors. Während bei allen Öfen mit mittelbarer Widerstandsheizung der Leistungsfaktor nahezu 1 ist, hängt er bei der unmittelbaren Widerstandsheizung von Graphitierungs- und Siliziumkarbid-Öfen wesentlich von der zweckmäßigen Leitungsverlegung ab. Bei Induktionsöfen ist der cos φ abhängig von dem Betriebszustand der Schmelzrinne. Am ausführlichsten wurde der Leistungsfaktor bei Lichtbogenöfen behandelt, da er hier eng zusammenhängt mit der Frage der Stromstoßdämpfung durch Drosseln. In der Aussprache zu diesem Vortrag brachte Herr V. Aigner VDE ausführliche Ergänzungen über die Symmetrierung von Einphasenbelastung eines Drehstromnetzes und den dabei auftretenden Leistungsfaktor.

Ebenfalls von der Stromversorgungsseite aus behandelte Herr H. Bauer VDE, Mannheim, das Thema „Über die Versorgung von Werften mit Schweißstrom". Er berichtet über eine neuzeitliche Schweiß-Ringleitungsanlage, die es ermöglicht, auf einem im Bau befindlichen Schiff 160 Einzelumformer an 80 auf Steuer- und Backbord verteilte Steckerkästen anzuschließen. Verschiedene Schaubilder zeigten die Wirtschaftlichkeitsgrenzen für Einzel- oder Vielstellenumformer.

Herr H. Petersen, Essen, behandelt in seinem Vortrag: „Aus der Entwicklung und Erforschung hitzebeständiger Heizleiter-Werkstoffe für die Elektrowärme" die Rohstoff-Frage des wichtigsten Bestandteiles der Widerstandsheizung. Den bekannten hochnickelhaltigen Legierungen werden ein neuer Stahl mit 28 Ni, 23 Cr und ein nickelfreier Chromsiliziumstahl gegenübergestellt. Die Unterschiede zwischen den bekannten austenitischen Chromnickellegierungen und diesen neuen Stählen, von denen der nickelfreie ferritisch ist, werden in allen physikalischen Eigenschaften an Hand sehr sorgfältiger Untersuchungsergebnisse gezeigt. Daraus ergeben sich die Verwendungsmöglichkeiten dieser nickelsparenden Werkstoffe.

W. Fischer VDE.

Fachgruppe C II. Antriebe.

621. 34

Die Berichte über elektrische Antriebe boten einige recht bemerkenswerte Ausschnitte aus der neuzeitlichen Technik dieses wichtigen Anwendungsgebietes elektrischer Energie. Die rege Teilnahme und die lebhafte Aussprache zeigten, daß die behandelten Fragen volle Aufmerksamkeit erweckten. Herr K. Baudisch VDE, Berlin („Stromrichter für Walzwerksbetriebe") berichtete zunächst über die Erfolge der bisherigen Großausführungen von Stromrichteranlagen, die der Speisung und Drehzahlsteuerung von Fördermaschinen und Walzenzuganlagen dienen. Er führte dann eingehender eine vereinfachte Schaltung für Wechselbetrieb vor, die nur ein Umrichtergefäß benötigt und zur Umkehr der Energierichtung mit selbsttätiger Umschaltung der Hauptklemmen des Motors arbeitet. In der Aussprache wurde auf bereits früher vorliegende Ausführungen dieser Art hingewiesen und die Anwendungsmöglichkeit weiter behandelt.

Der Bericht des Herrn R. Thiele VDE, Mannheim, betraf den „Einfluß eines Schwungrades auf die Arbeitsweise des Antriebsmotors einer Kurbelpresse". Der Berichter gab an Hand einer graphischen Auswertung der Betriebsvorgänge die Zusammenhänge zwischen Schwungradgröße, Höhe des Schlupfes, Ausnutzung des Motors und Dauer des Arbeitsspieles.

Die besondere Bedeutung der ursprünglich für die Bedürfnisse der Stromverteilungsanlagen entwickelten Leuchtschaltbilder behandelte Herr F. Jungblut VDE, Mannheim („Das Leuchtbild in Industrieanlagen"). Er stellte unter Zugrundelegung des heutigen Entwicklungsstandes dieser Industrieleuchtbilder Regeln auf für ihren Entwurf. Die wesentlichsten Anwendungen lassen hierfür eine Unterscheidung in Volleuchtbilder, Betriebsleuchtbilder und Verkehrsleuchtbilder vornehmen. Einfachheit, Klarheit und Übersichtlichkeit sind die Hauptforderungen, die für einen guten Entwurf stets wegleitend sein müssen.

Besonderes Interesse fanden die Ausführungen von Herrn U. Weber, Hamburg, über den „elektrischen Antrieb in explosionsgefährdeten Räumen". Nach Darlegung der gegenüber den Untertage-Bedingungen wohl zu unterscheidenden Anforderungen solcher Betriebsstätten wurden Hinweise für die zweckmäßigste Entwicklung gegeben, in deren Richtung die Konstruktionen von Motoren und Schaltgeräten und auch die Gesamtplanung solcher Anlagen weitergebildet werden sollen.

Dieser und auch die vorhergehenden Berichte zeigten im einzelnen die Bedeutung einer guten Zusammenarbeit zwischen Elektrotechnik einerseits und der Konstruktion

Digitized by Google

der mechanischen Arbeitsmaschinen, der Gesamtplanung der Fabrikationsanlagen und der Betriebsführung anderseits, auf die der Einführende der Berichtsgruppe schon einleitend besonders hingewiesen hatte.

G. Lesch VDE.

Fachgruppe C III Bahnen.

621. 33

Die Bedeutung des verflossenen Jahres in der Entwicklung des elektrischen Zugbetriebes ist im wesentlichen durch die folgenden Punkte gekennzeichnet:

1. Die Fortsetzung der umfangreichen Bauarbeiten zur Umstellung der Strecke Nürnberg—Halle—Leipzig auf elektrischen Zugbetrieb,
2. den Beginn der beiden großzügigen Versuche der Deutschen Reichsbahn zur Verwendung des Stromes der allgemeinen Landesversorgung auf der Wiesentalbahn und der Höllentalbahn und
3. die Arbeiten der Deutschen Reichsbahn zur Verwendung heimischer Rohstoffe bei den ortsfesten Anlagen der elektrischen Bahnbetriebe und den Fahrzeugen.

Mit der Inbetriebnahme der Strecke Nürnberg—Halle ist im Jahre 1939 zu rechnen. In der sicheren Voraussicht, daß die Elektrisierungsarbeiten in Halle nicht Halt machen werden, sondern bis Berlin weitergeführt werden, wird für die Strecke Berlin—München bereits eine neue Lokomotivgattung E 19 entwickelt. Sie erhält eine Stundenleistung von 5000 PS und soll auf der genannten Strecke schwere Schnellzüge mit hoher Geschwindigkeit befördern und über die Steilrampen des Thüringer Waldes 360 t ohne Vorspann oder Schiebelokomotive ziehen. Bei den sich immer mehr steigernden Höchstgeschwindigkeiten der Züge kommt der Bremsfrage erhöhte Bedeutung zu. Der Vortrag des Herrn P. Müller VDE, Berlin, behandelte die „Widerstandsbremsung mit Gleichstrom bei Vollbahnfahrzeugen". Verschiedene Schaltungen für Gleichstrom-Widerstandsbremsung, besonders bei Wechselstrombahnen, wurden angegeben und ihre besonderen Eigenschaften erörtert. Auch auf die Ausbildung der Bremswiderstände ging der Vortragende näher ein.

Im Bahnunterwerk Basel, das die Wiesentalbahn mit Strom versorgt, ist im Dezember vorigen Jahres nach dreimonatigem Probebetrieb der erste Umrichter der Welt für elektrischen Zugbetrieb dem Regelbetrieb übergeben worden. Er hat eine Dauerleistung von 3600 kVA bei einem Leistungsfaktor von 0,7 auf der Einphasenseite. In dem gleichen Unterwerk befindet sich noch ein Drehumformer etwa gleicher Leistung. Es bot sich daher hier die seltene Gelegenheit, diese beiden Maschinenarten unter gleichen Betriebsverhältnissen miteinander zu vergleichen. Herr K. Schmer VDE, Berlin, beschäftigte sich in seinem Bericht „Vergleich von Umrichtern und Umformern auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen" mit diesen beiden Maschinengattungen. Nach einem kurzen Hinweis auf die kennzeichnende Arbeitsweise des Umrichters, auf den physikalischen Unterschied zwischen Maschinenumformer und Umrichter und die besonderen Betriebsverhältnisse bei der Wiesentalbahn wurde das Betriebsverhalten der beiden Maschinen näher erläutert, besonders auch die Erhöhung des Betriebswirkungsgrades beim Umrichterbetrieb. Die Rückwirkungen des Umrichters auf das Starkstromnetz und benachbarte Schwachstromnetze wurden kurz behandelt.

Auf der Höllentalbahn, deren Fahrleitungen unmittelbar über Transformatoren in Scott-Schaltung aus dem Netz des Badenwerkes mit 50 Hz und 20 000 V gespeist werden, ist der Betrieb mit vorläufig vier, in ihrer Bauart völlig verschiedenen Versuchslokomotiven der Achsenfolge $B_0'B_0'$ aufgenommen worden. Eine dieser Versuchslokomotiven besitzt einen Gleichrichter, der nicht nur zur Stromumformung, sondern durch seine Gittersteuerung auch zur Geschwindigkeitsregelung dient. Die hierdurch bedingte Welligkeit des Stromes erfordert an den Motoren Maßnahmen zur Sicherstellung guter Stromwendung und geringer Verluste über den gesamten Fahrbereich. Der Bericht des Herrn L. P. Monath VDE, Berlin („Der Wellenstrom-Bahnmotor für Einphasenspeisung mit 50 Hz über gittergesteuerten Gleichrichter"), behandelte die Mittel zur Glättung des Feldes und des Stromes sowie die Maßnahmen zur Erzielung eines günstigen Gesamtleistungsfaktors und eines hohen Wirkungsgrades. An Hand von Messungen auf dem Prüffeld und während Versuchsfahrten auf der Strecke wird nachgewiesen, daß unter grundsätzlicher Beibehaltung des einfachen und robusten Gleichstrom-Bahnmotors gute Stromwendung sowie feinstufige und wirtschaftliche Geschwindigkeitsregelung erreicht wurden. Wirkungsgrad und Leistungsfaktor, über den ganzen Fahrbereich gerechnet, sind günstig, und die Belastungsfähigkeit ist hoch.

Die Reichsbahn hat sich auch weiterhin bemüht, bei ihren elektrischen Zugbetrieben Baustoffe ausländischen Ursprungs soweit wie möglich durch Heimstoffe zu ersetzen. Besondere Schwierigkeiten sind dabei im Fahrleitungsbau zu überwinden. In der Erkenntnis, daß nur ausgedehnte Versuche zu schnellen Ergebnissen führen können, laufen bei der Reichsbahn zur Zeit über 30 Versuche in verschiedenen Bezirken des elektrischen Zugbetriebs. Rund 40 km Gleis sind mit Fahrleitungen ausgerüstet worden, bei denen der Fahrdraht aus Aluminium, aus Aluminiumlegierungen, aus Stahl, aus Kupferpanzerstahl oder aus Aluminium mit Stahleinlage besteht. Welche Ergebnisse diese Versuche zeitigen werden, muß noch abgewartet werden. Die Reichsbahn arbeitet zur Zeit an Entwürfen für eine elektrische Lokomotive, bei der ausschließlich Heimstoffe verwendet werden sollen. Bei zwei Lokomotiven der Gattung E 44 wurden bereits versuchsweise Umspanner mit Aluminiumwicklung eingebaut. Diese Umspanner wurden in dem Bericht des Herrn W. Schulze VDE, Berlin, näher besprochen. Der Bericht („Lokomotivumspanner mit Aluminiumwicklung") erörtert die besonderen Baugrundsätze für Lokomotivumspanner und gibt die Gründe für die Wahl von Aluminiumwicklungen an. Soweit Aluminium nur als Austauschstoff für Kupfer unter Beibehaltung der für Kupfer entwickelten Umspannerbauarten verwendet wird, ist bei der Ausführung lediglich auf die Besonderheiten des Aluminiums hinsichtlich der festen und lösbaren Kontakte, der Verbindungen und Durchführungen Rücksicht zu nehmen. Diese Besonderheiten werden an Ausführungsbeispielen behandelt. Der Umspanner mit Aluminiumwicklung an Stelle der Kupferwicklung kann nur eine Übergangslösung sein für den gewichtsgünstigsten Lokomotivumspanner, bei dem das Aluminium die Bauart bestimmend beeinflußt. Die Untersuchung dieser Möglichkeit führt auf Maß- und Gewichtsverhältnisse, die von den hergebrachten Kupferausführungen wesentlich abweichen. Am Beispiel eines zur Zeit im Bau befindlichen 3200 kVA-Lokomotivumspanners werden diese Zusammenhänge erläutert.

A. Schieb VDE, Berlin.

Fachgruppe D I Steuerung und Regelung.

621. 316. 7

Steuerung und Regelung sind zwei Begriffe, die zwar auch in der mechanischen Technik einen breiten Raum einnehmen, die aber in der Elektrotechnik erst zu dem heute erreichten hohen Stand entwickelt werden konnten. In der mechanischen Technik bereiten schon einfache Abhängigkeitssteuerungen oft erhebliche Schwierigkeiten; mehrfache Abhängigkeitssteuerungen ergeben schon, wenn man nur die Unterscheidung von je zwei möglichen Betriebszuständen in verschiedenen Variationen verkoppeln will, einen bedeutenden Aufwand. Demgegenüber gestatten

Digitized by Google

elektrische Steuer- und Regelverfahren nach dem heutigen Stand der Technik auch in schwierigsten Fällen bei gleitender Abhängigkeit von mehreren Einflußgrößen eine einwandfreie Lösung aller gestellten Steuerungs- und Regelungsaufgaben. Nicht nur in der Elektrotechnik, sondern auch in der mechanischen Technik werden deshalb heute Aufgaben der Steuerung und Regelung vorzugsweise auf elektrischem Wege gelöst. Dabei haben zur steigenden Anwendung dieser Verfahren, die wir gerade in den letzten Jahren beobachten, die neuen Möglichkeiten erheblich beigetragen, die der Einsatz von gesteuerten Entladungsgefäßen für diese Zwecke bot.

Wie weit die Verwendung von Stromrichtern die Lösung von Regelungsaufgaben auch in schwierigen Fällen ermöglicht, zeigte an einem Sonderbeispiel der Fachbericht von Herrn C. Fröhmer, Berlin, über die Spannungshaltung an Wechselspannungsumformern für Schweißzwecke: „Röhrenstoßregler für Wechselstromgeneratoren bei Stoßbelastung". Die zu regelnde Maschine wird hierbei über gesteuerte Stromrichter selbst- oder fremderregt; ihre Steuerung wird abhängig gemacht von der Höhe der Maschinenspannung, die nach Gleichrichtung hinsichtlich ihres Scheitelwertes mit dem Spannungsabfall an besonders konstanten Glimmentladungsröhren verglichen wird. Auch die Übertragung der Impulse für die Beeinflussung des Steuergliedes vom Meßvorgang aus erfolgt auf elektrischem Wege unter Verwendung von Stromrichtgefäßen. Praktische Erfahrungen mit der Einrichtung zeigen, daß die theoretischen Erwartungen hinsichtlich der Ausregelung von Spannungsschwankungen bei schroffsten und stark induktiven Belastungsänderungen innerhalb weniger Perioden voll erfüllt werden.

Die weitgehende Anpassungsfähigkeit elektrischer Steuerungseinrichtungen an den Verwendungszweck durch verschiedenartige Zusammenschaltung der Grundelemente einer elektrischen Steuerung bildet den Grundgedanken des Fachberichtes von Herrn E. Kraft VDE, Berlin („Die zweckmäßigste Ausnutzung eigentümlicher Gefällevorkommen für die Energieversorgung durch die Selbststeuerung und Regeltechnik".) Steuerungen für Wasserkraftanlagen dürfen nicht nach einem starren Schema ausgelegt werden. Sie müssen je nach der naturgegebenen Art der Wasserkraft verschiedene Anforderungen erfüllen. Die grundlegenden Gedanken für diese Anforderungen werden ohne näheres Eingehen auf die konstruktive Behandlung der Aufgabe dargelegt, und dann wird an Hand von ausgeführten Anlagen gezeigt, daß die technischen Möglichkeiten für die Lösung all dieser Aufgaben vorhanden sind, und daß Betriebserfahrungen die Durchführbarkeit der Steuerungsaufgaben beweisen.

Regelungsaufgaben, die im Zusammenhang mit dem Kraftwerksbetrieb entstehen, ist auch der Fachbericht „Die Frequenz als zusätzliche Einflußgröße bei der elektrischen Leistungsregelung im Verbundbetrieb von Energieversorgungssystemen" von Herrn H. Wierer VDE, Berlin, gewidmet. Er zeigt, daß eine nur von je einer Einflußgröße aus beeinflußte Steuerungseinrichtung im Verbundbetrieb größerer Netzverbände zu Schwierigkeiten führen muß, weil die nur von einer Einflußgröße gesteuerten Regler der angestrebten richtigen Verteilung aller Größen bei plötzlichen Laständerungen teilweise entgegenarbeiten. Eine Möglichkeit, durch Verkoppelung mehrerer Einflußgrößen eine einwandfreie Lösung der Aufgabe zu erhalten, wird angegeben. Für die technische Lösung werden auch hier wieder für die Übertragung der Impulse von den Meßgrößen, deren Richtkräfte an sich für die Steuerung nicht ausreichen, auf das eigentliche Steuerglied Entladungsgefäße (Verstärkerröhren) benutzt, die durch besondere Zusammenschaltung mit den Meßeinrichtungen in ihrer Wirkungsweise von schwankenden Eigenschaften der Kennlinie praktisch unabhängig gemacht werden.

Der Fachbericht von Herrn H. Happoldt VDE, Mannheim, beschreibt eine rein mechanische Regelungseinrichtung für die Steuerung elektrischer Maschinen, den bekannten Wälzregler, in neuartigen Ausführungsformen („Fortschritte im Bau und in der Anwendung von Schnellreglern"). Je nach der Meßgröße, von der aus man diesen Wälzregler beeinflussen läßt, können auch mit dieser Einrichtung die mannigfachsten Aufgaben der Regeltechnik gelöst werden, was an Hand einer Reihe von Beispielen gezeigt wird. H. Schwenkhagen VDE.

Fachgruppe D II Fernwirktechnik.

621. 398

Die in diesem Jahre erstmalig gebildete Gruppe „Fernwirktechnik" brachte in der allgemeinen Aufgabestellung und nach dem Inhalt der Einzelberichte den Beweis dafür, daß die gerade auf diesem Gebiet sehr stürmische Entwicklung des letzten Jahrzehnts zu einem gewissen Abschluß gekommen ist, denn die Berichte behandeln im wesentlichen keine besonderen Neuentwicklungen, sondern die folgerichtige Anwendung der zur Verfügung stehenden Verfahren und die damit gemachten Betriebserfahrungen.

Herr F. Jäger, Berlin, trat in seinem Bericht „Das Zusammenwirken von Fernbedienungs- und Selbststeueranlagen" der weit verbreiteten Ansicht entgegen, daß Selbststeuerung und Fernbedienung nur an sich wünschenswert, aber nicht notwendig zur Vervollkommnung der Betriebsausrüstungen seien. Er wies vielmehr nach, daß für den Gemeinschaftsbetrieb großer Netze gerade die Selbststeuer- und Fernbedienungsanlagen dazu berufen sind, die höchste Ausnutzung im wirtschaftlichen Verbundbetriebe zu ermöglichen. Im einzelnen wurde gezeigt, welche Vorteile die Verfahren der Selbststeuerung von Anlageteilen in bezug auf Erhöhung der Betriebsbereitschaft und -sicherheit ergeben, wie die Fernsteuerung und Fernmeldung von Schaltern, die Fernmessung von Betriebsgrößen und die selbsttätige Regelung von Leistung und Frequenz die technischen Mittel für die Zusammenfassung zum Gemeinschaftsbetrieb darstellen, für die eine Reihe von Verfahren in betriebssicheren Ausführungen vorliegen, die es nunmehr sinngemäß einzusetzen gilt.

Auf Grund von langjährigen Betriebserfahrungen mit ausgedehnten Fernmeßanlagen in einem großen städtischen Versorgungsnetz stellte Herr W. Fleischer, Berlin, in seinem Bericht „Zeitgemäße und zweckentsprechende Anforderungen an Fernmeßanlagen" zusammen, welche Aufgabestellungen der praktischen Betriebsführung durch die Entwicklung der Fernmeßeinrichtungen bereits befriedigt sind, und welche Aufgaben noch für die Zukunft offen stehen. Gerade auf diesem Gebiet der Technik haben die von der Betriebsseite aufgestellten Forderungen die Entwicklung immer sehr stark gefördert. Alle für den Betrieb von Fernmeßeinrichtungen wichtigen Einzelfragen wurden ausführlich besprochen und zum Schluß noch auf die besonderen Anforderungen eingegangen, die an Fernmeßeinrichtungen gestellt werden müssen, die für den Anschluß von selbsttätigen Reglern bestimmt sind.

Eine Ergänzung dieser Betriebserfahrungen in einem Überlandnetz, wo für die Übertragung praktisch nur Hochfrequenzverbindungen längs Starkstromleitungen in Betracht kommen, brachte der Bericht von Herrn K. Riedel VDE, Berlin, über „Mehrfachausnutzung von Hochfrequenzkanälen für Fernsprech- und Fernwirkanlagen", in dem über die in diesem Netz eingebauten ausgedehnten Hochfrequenzanlagen mit Mehrfachausnutzung berichtet wurde. Verschiedene Möglichkeiten zum wechselseitigen Betrieb von Anlagen verschiedener Art, bei denen ein- und derselbe Hochfrequenzkanal abwechselnd für den einen oder anderen Zweck benutzt wird, und zum gleichzeitigen Betriebe, wobei die Übertragungen unabhängig voneinander vorgenommen werden, wurden eingehend an Hand der ausgeführten Beispiele beschrieben.

Digitized by Google

Im letzten Bericht von Herrn R. Baranowsky VDE, Berlin, wurden „Der Wellenmangel in der EW-Telephonie und Wege zu seiner Beseitigung" erörtert. In ausgedehnten Netzen ist schon heute eine weitere Ausdehnung der Zahl der dem Werk zur Verfügung stehenden Hochfrequenzwellen für Nachrichtenzwecke nicht mehr möglich, so daß neue Wege gesucht werden müssen, wie neue Verbindungen untergebracht werden können. Diese nach dem heutigen Stand der Technik zur Verfügung stehenden Wege wurden zusammenfassend kritisch besprochen. Es sind dies im einzelnen: Umbau oder Austausch alter, wenig selektiver Hochfrequenzgeräte, Mehrfachausnutzung von Kanälen, wie sie schon im vorhergegangenen Bericht erörtert wurde, Ersatz des Zweiwellenverkehrs mit je einer Welle für Hin- und Rücksprechen durch den Einwellenverkehr, Übergang von der Übertragung mit Zweiseitenbändern auf die mit einem einzigen Seitenband, wodurch der Abstand benachbarter Wellen verkleinert werden kann, und schließlich der Einsatz von Zwischenverstärkerstationen, die mehrere Sprechbezirke mit verschiedenen Wellen u. U. zu einem einzigen Bezirk zusammenzufassen gestatten.

W. Stäblein VDE.

Fachgruppe D III Meßtechnik.

621. 317

In der Fachgruppe Meßtechnik wurden in den letzten Jahren vorwiegend Berichte vorgetragen, die sich mit der Messung elektrischer Energie oder mit der Eichung der entsprechenden Geräte befaßten. Auch diesmal waren die Berichte in der Hauptsache diesem Thema gewidmet. Um hier einen gewissen Ausgleich zu bieten, benutzte der Einführende die ihm zur Verfügung stehende Zeit, um zusammenfassend auf einzelne Fortschritte im Meßgerätewesen hinzuweisen.

Im ersten Vortrag berichtete sodann Fräulein G. Nitsche, Berlin, über „Ein neuer Magnetstahlprüfer nach dem Doppeljochprinzip". Das neue Meßverfahren arbeitet nach Art eines Differentialverfahrens mit einem Doppeljoch mit zwei gleichen Luftspalten, in denen gleiche, aber gegeneinander gerichtete Magnetfelder erzeugt werden. Der magnetische Fluß im Mittelteil wird durch das Einbringen einer Probe in einen Luftspalt gestört und ist dem Probenfluß ungefähr proportional. Als Proben können Querschnitte von 1 bis 20 cm² und Längen von 2 bis 11 cm untersucht werden. Die höchste Feldstärke für mittlere Probenlänge beträgt 5000 bis 6000 Ø. Das Gerät erfordert eine Eichung durch Normalproben verschiedener Querschnitte, Längen und magnetischer Härte.

Für die genaue Eichung von Präzisionsmeßgeräten benutzt man vorteilhaft den Stufenkompensator nach Schmidt, der die Nachprüfung der Meßgeräte an 10 bis 11 Punkten gestattet. Dieses Meßverfahren ist von Herrn Zschaage VDE, Frankfurt a. M., erweitert worden, („Über verschiedene erweiterte Anwendungsmöglichkeiten von Stufenkompensatoren"), und zwar in der Weise, daß wie bei dem Präzisionskompensator der Prüfling genau auf den zu prüfenden Skalenstrich eingeregelt und der Fehler bzw. die Korrektur am Galvanometer des Kompensators abgelesen wird. Aus dem ursprünglichen Nullverfahren der Kompensationsmessung wurde mithin ein Ausschlagverfahren unter Verwendung eines Normalelementes entwickelt. Der Kompensator wurde ferner so erweitert, daß er die beliebige Widerstandsmessung zwischen 10 und 100 000 Ω sowie die Messung einer großen Anzahl kleiner Widerstände zwischen 1 mΩ und 100 Ω gestattet.

In der heutigen Technik ist der Wunsch nach Aufzeichnung der Meßergebnisse und nach möglichst selbsttätiger Veränderung der Regelgrößen unverkennbar. Dadurch soll eine Beschleunigung des Prüfbetriebes und eine bessere Überwachung des Prüffeldes und der Meßergebnisse erzielt werden. Herr Nölke VDE, Dresden, berichtete über derartige „Wechselstrombrücken und Kompensationsschaltungen mit selbsttätiger Abgleichung und Aufzeichnung".

Das verwendete Differential-Nullverfahren wurde für eine schreibende Stromwandler-Meßeinrichtung ausgeführt, die als Funktion des Primärstroms den Stromfehler und den Fehlwinkel von Stromwandlern als Kurve in einem recktwinkligen, proportional geteilten Koordinatensystem aufzeichnet. Im Differentialzweig liegt ein Vibrationsgalvanometer. Zur Abgleichung dient eine weitere Wicklung des Normalwandlers *N*, der Fehlerstromwandler, dem ein nach Größe und Phase regelbarer Strom so zugeführt wird, daß das Übersetzungsverhältnis des Normalwandlers dem des Prüflings gleicht. In der Meßanordnung steuert das Vibrationsgalvanometer einen Verstärker, der eine elektrische Energie liefert, die in Phase und Amplitude der Schwingung des Galvanometerspiegelchens entspricht. Für die Anzeige der Meßgrößen werden normale Leistungsschreiber benutzt, die mit Hilfe einer Kunstschaltung als Quotientenschreiber arbeiten. Die Brücke stellt sich rasch ein. Die einzelnen Glieder sind übliche, bekannte Aufbauteile, z. B. Leistungszeiger und Leistungsschreiber. Wenn die zweite Koordinate von einer elektrischen Größe, im vorliegenden Falle vom Primärstrom, gesteuert werden soll, ist die Verwendung eines Meßwandlers mit stetig regelbarer Übersetzung nötig. Sein Antriebsglied zur Veränderung des Übersetzungsverhältnisses steuert dann gleichzeitig den Papierantrieb.

Im letzten Fachbericht trug Herr Kesseldorfer VDE, Berlin, über „Die Werkstoffe in den neuzeitlichen Wechselstromzählern" vor. Seine Ausführungen gliederten sich nach drei Gesichtspunkten:

1. Sind die heute angewendeten Werkstoffe für die einzelnen Bauteile der Zähler in bezug auf die Meßgenauigkeit, Haltbarkeit, Preis und Gewicht die zweckmäßigsten?
2. Welche Werkstoffe können ohne Beeinträchtigung der Güte des Zählers vorteilhaft durch andere ersetzt werden?
3. Welche Fortschritte sind durch Verwendung neuartiger Werkstoffe zu erzielen?

Besondere Bedeutung verdienen naturgemäß die Werkstoffe, die im Zähler auf die meßtechnischen Eigenschaften einen mehr oder minder großen Einfluß haben. Der Verlauf der Eichkurven der Zähler hängt im wesentlichen von den elektromagnetischen Eigenschaften ab. Bei den bewegten Teilen spielt besonders nach längerer Benutzungsdauer in bezug auf die Fehlerkurve das Zählwerk eine große Rolle. Das Rollenzählwerk hat in letzter Zeit verschiedene Änderungen erfahren. An Stelle von Zinnspritzgußrollen mit hohem Gewicht und großen Lagerreibungsflächen sind Zahlenrollen aus Aluminium mit Erfolg verwendet worden. Auch Trolitulrollen sind schon benutzt worden. Sie besitzen jedoch noch den Nachteil eines verhältnismäßig niedrigen Erweichungspunktes und sind benzollöslich. Das Ziel der Technik ist, die Reibung im Zählwerk durch Neukonstruktion zu vermindern und damit die Erhaltung der Meßgenauigkeit der Zähler auf die Dauer von vielen Jahren zu verbessern. Es ist jedoch das Bestreben der Zählertechnik, einen Austausch von Werkstoffen erst vorzunehmen, wenn die unbedingte Gewähr für die Anzeigegenauigkeit der Zähler auch im Dauerbetrieb gegeben ist.

G. Pfestorf VDE.

Fachgruppe E I Telegraphie.

621. 394

In der Einführung dieser zum ersten Male selbständig in die Erscheinung tretenden Fachgruppe wurde auf die wachsende Bedeutung der Telegraphie im Gesamt-

Digitized by Google

bereich des Nachrichtenwesens hingewiesen. Eine übersichtliche Darstellung vermittelte einen Überblick über den Einsatz telegraphischer Verbindungen in den verschiedenen Frequenzbereichen, wobei sowohl der Drahtweg als auch der Funkweg berücksichtigt wurden. Besonderes Interesse finden heute der Springschreiber, der Siemens-Hell-Typenbildschreiber und der Bildtelegraph.

Herr A. Arzmaier VDE, Berlin, berichtete über die „Mittelfrequenztelegraphie", die besonders für Länder mit ausgedehnten Freileitungsnetzen in Frage kommt, welche wegen des erhöhten Nachrichtenverkehrs diese Leitungen sowohl für Fernsprechzwecke als auch für Telegraphie mehrfach ausnutzen müssen. Die Mehrfachausnutzung der Leitung für Telegraphie kann z. B. mit Wechselstromtelegraphie über einen Hochfrequenz-Telephoniekanal geschehen. Diese Betriebsart ist aber erst bei einer größeren Zahl von Telegraphierkanälen (12 bis 18 Kanäle) wirtschaftlich. Deshalb werden Freileitungen mit Trägerstromtelegraphie in dem zwischen Niederfrequenz- und Hochfrequenztelephonie zur Verfügung stehenden Band von 4 bis 7 kHz mit vier Kanälen in jeder Richtung ausgenutzt. Dieses Trägerstrom-Telegraphiersystem (Mittelfrequenztelegraphie) ist besonders dem Freileitungsbetrieb angepaßt, d. h. Pegelschwankungen durch Witterungseinflüsse und Störspannungen werden weitgehend unwirksam gemacht. Die je Kanal noch betriebssicher mögliche Telegraphiergeschwindigkeit ist 75 Baud. Die Ausführung des Systems entspricht auch den bei Tropenklima zu stellenden Anforderungen.

Herr F. Schiweck VDE, Berlin, brachte einen gegeschichtlichen Überblick über den „Stand der Apparattechnik im Fernschreibbetrieb" mit grundsätzlichen Betrachtungen über die Erzielung einer großen Betriebsgüte, insbesondere bei den Springschreibern. Die Wirkungsweise der Springschreiberempfänger wurde durch die Projektion betriebsfähiger Modelle in sehr anschaulicher Weise dargestellt. Besonders eingehend wurden die in letzter Zeit an den Springschreibern durchgeführten Verbesserungen, die verschiedenen Geräte für Druck- und Lochstreifenempfang und die Gesichtspunkte für eine wirtschaftliche Fertigung behandelt.

Herr H. Wüsteney, Berlin, berichtete über „Kinematische Untersuchungen, insbesondere an Telegraphenapparaten". Die erforderlichen eingehenden Untersuchungen der mechanischen Vorgänge werden durch die Forderung erschwert, daß das Meßverfahren den Ablauf des Vorganges nicht beeinflussen darf. Das jeweils zweckmäßige Verfahren ergibt sich aus den vorliegenden Bedürfnissen. Durch Spiegelaufnahmen können Drehbewegungen bis etwa 5° erfaßt werden, während beim lichtelektrischen Verfahren auch geradlinige Bewegungen aufgezeichnet werden können. Unter Mitbenutzung eines Schleifenoszillographen lassen sich bei beiden Verfahren gleichzeitig die zugehörigen elektrischen Vorgänge aufzeichnen. Das Schattenbildverfahren gestattet die gleichzeitige Aufzeichnung mehrerer voneinander abhängiger Bewegungen, während die Anwendung einer besonders für Bewegungsaufnahmen gebauten photographischen Kamera die Messung sehr vereinfacht. Durch die Wiedergabe einiger Aufnahmen konnte der Vortragende die Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit dieses Verfahrens unter Beweis stellen. F. Polenz VDE.

Gruppe E II Telephonie.

621. 395

Einleitend gab der Einführende einen kurzen Überblick über die Vorträge der Gruppe und machte anschließend einige Bemerkungen über die große Bedeutung der Kunststoffe für die Nachrichtentechnik und den wesentlichen Anteil der Nachrichtentechnik bei der Entwicklung und Benutzung der Kunststoffe. Die vier Vorträge befaßten sich vorwiegend mit Fragen der Übertragungstechnik.

Im ersten Vortrag schilderte Herr H. Ribbeck, Berlin, den „Aufbau und elektrischen Übertragungszustand des deutschen Rundfunkleitungsnetzes". An die Spitze seiner Ausführungen stellte er die Forderungen für ein solches Netz, nämlich: lückenlose Übertragung aller in Sprache und Musik enthaltenen Frequenzen, Erhaltung der natürlichen Lautstärkeverhältnisse bei der Übertragung und schließlich vollkommene Freiheit von irgendwelchen Geräuschen. Der Vortragende stellte fest, daß man bei den älteren Fernkabeln durch Ausnutzung des Kernvierers dieses Ziel erreicht habe, und daß man bei den neueren Fernkabeln diese Forderungen schon bei ihrem Aufbau berücksichtigte, indem man besondere Rundfunkübertragungsleitungen vorsah. Besonders wurde die Frage der Verstärkung beachtet. Die Rundfunkleitungsverstärker 29 und 34 und der Zusatzverstärker wurden beschrieben und über ihren Einsatz einige Angaben gemacht. Es zeigte sich, daß das deutsche Rundfunkleitungsnetz hinsichtlich naturgetreuer Übertragung und Geräuschfreiheit allen Ansprüchen genügt. Um diesen guten Zustand dauernd zu erhalten, wird es durch regelmäßige Messungen überwacht. Auf diese Weise gelingt es, selbst bei ganz großen Beanspruchungen, wie z. B. 1936 anläßlich der Olympischen Spiele, allen Forderungen gerecht zu werden.

Während es sich beim Rundfunkleitungsnetz um Kabelleitungen handelt, brachte der zweite Vortrag Ausführungen von K. Scherer, Berlin, über das trägerfrequente Weitfernsprechen über Freileitungen („Die selbsttätige Pegelhaltung und der Ausgleich der Dämpfungsverzerrungen der Leitungen beim trägerfrequenten Weitfernsprechen über Freileitungen"). Diese Art der Nachrichtenübertragung ist für europäische Verhältnisse von geringerer Bedeutung; sie spielt aber eine große Rolle in Gebieten mit geringerer Bevölkerungsdichte. In diesen sind meist größere Entfernungen zu überwinden, die den verschiedensten klimatischen Verhältnissen unterworfen sein können. Demgemäß sind auch die Einflüsse auf die Leitungen sehr verschieden, und diese beeinträchtigen dann die Güte der Übertragung. Durch seine Ausführungen zeigte der Vortragende, wie es gelungen ist, die Dämpfungsverzerrungen der Leitungen selbsttätig auszugleichen und den Pegel zu halten, so daß trotz der verschiedenen Einflüsse eine einwandfreie Nachrichtenübermittlung gewährleistet ist.

Bei den Trägerstromsystemen ist es wichtig, die einzelnen Frequenzbereiche scharf voneinander trennen zu können. Die neuere Entwicklung, die auch mit höheren Frequenzen arbeitet, verlangt deshalb auch für diese höheren Frequenzen einwandfreie Filter. Theoretisch ist diese Frage durch eine Reihe von Arbeiten in den letzten Jahren gelöst worden, so daß hinsichtlich der Bemessung der Filter keine Unklarheiten bestehen. Schwierigkeiten treten meist erst dann auf, wenn man die Filter bauen will, und zwar weil die einzelnen Schaltelemente verlustbehaftet sind. Die Ausführungen von Herrn G. Häßler VDE, Berlin, im dritten Vortrag der Sitzung („Hochwertige Filter bis zu Trägerfrequenzen von 60 kHz") zeigten, wie es gelungen ist, diese Schwierigkeiten zu überwinden und Filter bis zu Trägerfrequenzen von 60 kHz zu bauen. Am Schluß seines Vortrages erwähnte er noch kurz Versuche, unter Verwendung besonderer piezoelektrischer Stoffe Kristallfilter aufzubauen, die bis zu 40 kHz herab ohne Spulen hergestellt werden können.

Im letzten Vortrag der Gruppe berichtete Herr H. Werrmann, Berlin, über „Verfahren zur Stabilisierung negativ rückgekoppelter hochlinearer Verstärker". Einleitend führte er aus, welche Forderungen an die Linearität von Verstärkerschaltungen zu stellen sind, zeigte dann die Linearisierung durch negative Rückkoppelung, und zwar besonders den Einfluß der verschiedenen

Digitized by Google

Koppelglieder und der verschiedenen Einschaltung der stabilisierenden Netzwerke. Besonders veranschaulicht wurden die verschiedenen Maßnahmen an dem Beispiel eines extrem rückgekoppelten Verstärkers.

F. Moench VDE.

Gruppe E III Funktechnik.

621. 396

Der Einführende gedachte vor Eintritt in die Tagesordnung des vor wenigen Wochen verstorbenen großen Pioniers auf dem Gebiete der Funktechnik, Marconi, und gab sodann einen kurzen Überblick über die Gebiete der Funkforschung, die im letzten Jahr besondere Fortschritte aufzuweisen haben.

Dann berichtet Herr Albers-Schönberg VDE, Berlin, über „Poröse keramische Stoffe für die Hochfrequenztechnik". Solche Werkstoffe werden schon seit Jahren im Röhrenbau verwendet. Die Firma des Vortragenden (Bearbeiter: Dr. Ungewiß) hat die Aufgabe gelöst, solche porösen Stoffe mit besonders niedrigem Verlustwinkel zu entwickeln. Bei diesen Werkstoffen, für die der Handelsname „Ergan" gewählt wurde, ergibt sich eine Dielektrizitätskonstante wesentlich niedriger als die der dichten Stoffe. Eine Sondereigenschaft der porösen Stoffe ist ihre vorzügliche Bearbeitbarkeit nach dem Brande. Sie eignen sich daher auch als Modellstoffe für die Entwicklungslaboratorien. Zur Verwendung an freier Luft ist mit Rücksicht auf den schädlichen Einfluß der Luftfeuchtigkeit eine Imprägnierung anzuwenden.

An zweiter Stelle trug Herr W. Koch, Berlin, über „Eigenschaften von Zweigitterröhren mit Gas- oder Dampffüllung" vor. Im Anschluß an die Eigenschaften von Eingitterröhren hinsichtlich Zündung und Brennen sowie Entionisierung wurden die Eigenschaften von Zweigitterröhren behandelt. Der Fortschritt in den Zündeigenschaften besteht in einer freien Wählbarkeit der Zündkennlinien und in den äußerst kleinen Steuergitterströmen. Als Anwendungsgebiete dieser Röhren wurden Photozellensteuerungen, Erzeugung von Kippschwingungen über 10^5 Hz und Steuerung mit Hilfe von zwei gleichzeitigen Impulsen angegeben.

Nun trug Herr F. Vilbig VDE, Berlin, über „Untersuchungen an Erdern von Funksendeanlagen" vor. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Bei Verwendung von Plattenerdern soll die Platte möglichst auf der Erdoberfläche liegen und bei unbeschwerter Antenne etwa einen Halbmesser von $r = 0{,}16\,\lambda$ besitzen. Wenn die Antenne eine Dachkapazität besitzt, so ergibt sich ein Halbmesser der Platte von $r = 0{,}13\,\lambda$.
2. Bei Strahlenerdern nimmt der Erdwiderstand mit der Drahtzahl ab. Der absolute Mindestwert des Erdwiderstandes wird bei unendlich großer Drahtzahl, also bei der Vollplatte, erreicht.
3. Durch Verwendung von Zylindererdern läßt sich der Erddurchmesser bei gleichem Erdwiderstand gegenüber der Plattenerde erheblich verringern. Der Halbmesser des Zylinders ergibt sich nach den Versuchen zu $r = 0{,}04\,\lambda$.

Zum Schluß sprach Herr H. A. Wahl über „Neue Meßverfahren durch Verwendung des Frequenzzeigers im Ton- und Hochfrequenzgebiet". Durch das in den letzten Jahren entwickelte Frequenzmeßverfahren durch Kondensatorladung über Elektronenröhren lassen sich Frequenzen innerhalb eines großen Meßbereiches mit unmittelbarer Anzeige messen. Das Meßprinzip beruht darauf, daß ein Kondensator über zwei trägheitslose Schalter, die durch Elektronenröhren dargestellt werden, im Takte der Meßfrequenz auf- und umgeladen werden kann. Da die Ladestöße stets gleich groß sind, ist ihr zeitlicher Mittelwert ein Maß für die Frequenz. Als Anwendungsgebiete für diese Meßverfahren gibt Herr Wahl die folgenden an: Messung eines engen Frequenzbereiches bei beliebigem Anfangswert; Anwendung für die Trägerfrequenztelephonie. Überwachung kurzzeitiger Frequenzänderungen im Tonfrequenzgebiet. Beobachtung der zeitlichen Änderung von magnetischen und dielektrischen Werkstoffen durch fortlaufende Aufzeichnung der Schwebungsfrequenz.

H. Faßbender VDE.

Fachgruppe F I Luftfahrt.

621. 3 : 629. 135

Der Luftfahrttechnik bringt der Elektrotechniker besonderes Interesse entgegen; ihre stürmisch vorwärts drängende Entwicklung stellt nicht zuletzt auch der Elektrotechnik immer wieder neue und eigenartige Aufgaben von besonderer Vielseitigkeit, die stets in den beiden Forderungen: äußerste Beschränkung der räumlichen Abmessungen und des Gewichts einerseits und größtmögliche Sicherheit anderseits gipfeln.

Herr H. Vollhardt VDE, Berlin, brachte diese Aufgabenstellung den Hörern in seinem Vortrag „Die Betriebsbeanspruchungen elektrischer Flugzeugbordgeräte" näher und erläuterte sie an zahlreichen Beispielen. Unter den mechanischen Beanspruchungen ist vor allem die Erschütterungsbeanspruchung zu nennen. Aus den angestellten Messungen an Bord ergibt sich die Notwendigkeit der Prüfung von Einbauteilen durch eine Schüttelprüfung mit 50 Hz und 0,5 mm Amplitude, was eine Beschleunigungsbeanspruchung gleich der fünffachen Erdbeschleunigung ergibt. Bei Sturzflügen ergeben sich nicht selten Beschleunigungen von $7\,g$, denen die Bordgeräte ebenfalls sicher standhalten müssen. Bei den Flugzeugen der Luftwaffe ist die Beschußsicherheit der elektrischen Teile von besonderer Bedeutung und daher für die Auswahl des Werkstoffes ausschlaggebend. Die Korrosionsfestigkeit spielt für die oft lange im Freien stehenden Flugzeuge bzw. die Seeflugzeuge eine besonders wichtige Rolle. Für die Prüfung der Einbauteile in mechanischer und chemischer Beziehung sind besondere Vorschriften ausgearbeitet worden; die elektrischen Prüfungen wurden auf den VDE-Vorschriften aufgebaut, die naturgemäß für die vorliegenden Verhältnisse noch besonders angepaßt bzw. ergänzt werden mußten. Es handelt sich dabei insbesondere um die Kriech- und Luftstrecken, die Spannungssicherheit, die Isolation, die Strombelastbarkeit und die Kurzschlußfestigkeit. Für die Absicherung der Stromkreise haben sich Sicherungen mit besonders träger Charakteristik als notwendig erwiesen. Die Funkentstörung verdient angesichts der zahlreichen elektrischen Einbauteile besonderes Interesse. Aus den allgemeinen Sicherheitsforderungen ergeben sich noch besondere Bedingungen hinsichtlich der Lageunempfindlichkeit, des elektrischen Berührungsschutzes, der Wärme- und Kältebeständigkeit; diesen Forderungen wird durch entsprechende Prüfvorschriften Rechnung getragen.

Der überaus gut besuchte Vortrag wurde mit großem Interesse aufgenommen, das auch durch eine lebhafte Aussprache zum Ausdruck kam. Es wurde dabei u. a. auf die Bedeutung des verwendeten Leitungsmaterials hingewiesen. Es gilt hier, bei der Entwicklung geeigneter Isolierschichten auf die vollkommen neuartige Doppelbeanspruchung des Isolierstoffes durch Kälte und Vibrationsbewegungen zu achten. Der Leitungstechniker sieht sich hier sowohl bei der Anwendung von Gummi als besonders auch der gummifreien Kunststoffe noch wenig erforschten Problemen gegenüber, die einer eingehenden Untersuchung bedürfen.

F. Polenz VDE.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 733. 017. 12 **Neue Wechselstrombrücke zur Feinmessung dielektrischer Verluste.** — Die bisher erreichte Empfindlichkeit zur Bestimmung des Verlustwinkels genügt nicht mehr den heutigen Anforderungen, da

1. die Isolierstofftechnik Stoffe herausbrachte, deren Verlustwinkel so klein ist, daß z. B. Messungen bei technischen Frequenzen über die Zusammenhänge zwischen Spannung oder Temperatur und Verlustwinkel mit den bekannten Verfahren unmöglich sind,
2. die Untersuchungen an chemisch vollkommen reinen Stoffen nur an sehr kleinen Kapazitäten durchgeführt werden können.

Aus diesem Grunde wurde im Hochspannungsinstitut der Technischen Hochschule Hannover eine neue Brückenschaltung entwickelt, die Abb. 1 zeigt. Die Empfindlichkeitssteigerung

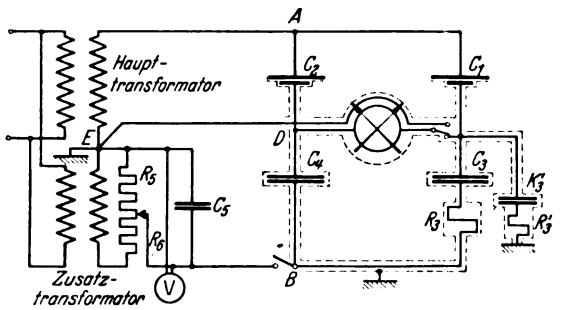


Abb. 1. Vollständige Brückenschaltung.

wird durch die Verwendung einer Vierkapazitätenbrücke mit sehr hohem Spannungsabfall in den unteren Brückenzweigen *3* und *4* erreicht. Dadurch ist eine sorgfältige Abschirmung des Nullzweiges bedingt, die fest geerdet wird. Die Hochspannungswicklung des Transformators wird ebenfalls geerdet. Durch einen Zusatzwandler mit angeschlossenem kapazitiven Spannungsteiler wird auch der Nullzweig der Brücke auf Erdpotential gebracht, so daß er keine Spannung gegen die Abschirmung führt. Dabei ergibt die von dem Spannungsmesser V angezeigte Spannung multipliziert mit dem Verhältnis $C_4 : C_2$ die am Prüfling C_1 liegende Spannung, ohne daß das Übersetzungsverhältnis des Hochspannungstransformators bekannt zu sein braucht. Netzspannungsschwankungen, die den Abgleich des Hilfszweiges für die Steuerung des Potentials im Nullzweig und damit den Abgleich der Hauptbrücke stören, werden durch Abgleichen des Hilfszweiges $K_3' R_3'$ unschädlich gemacht.

C_1 ist die zu untersuchende Kapazität. Als Hochspannungsnormal dient ein Preßgaskondensator nach Schering und Vieweg[1]). Die Kondensatoren der unteren Brückenzweige C_3 und C_4 sind reine Luftkondensatoren ähnlich den Mustern der PTR[2]), bei denen aber beide Plattensysteme getrennt gegen das abschirmende Gehäuse isoliert sind, so daß sich zwischen den Meßsystemen kein festes Dielektrikum befindet. Der zum Abgleich des Verlustwinkels dienende Widerstand R_3 ist kapazitäts- und induktivitätsfrei. Die übrigen Kondensatoren K_3' und C_5 sind Papierkondensatoren, die Widerstände R_3', R_5 und R_6 im Rundfunkbau übliche Drehwiderstände. Als Nullinstrument dient ein Einröhrenverstärker, dessen Gitterableitwiderstand unmittelbar an die Nullecken der Brücke gelegt ist. Die verstärkte „Verstimmungsspannung" wird durch ein Vibrationsgalvanometer angezeigt.

Die beschriebene Brückenanordnung gestattet die Untersuchung eines Kondensators aus kristallinem Quarz von nur 0,437 pF bei technischen Frequenzen. Dabei betrug der „Einstellwert" $3 \cdot 10^{-6}$ bei einer Spannung von 23,5 kV und 50 Hz. Als „Einstellwert" sei der Verlustwinkel oder die relative Änderung in der Größe des zu messenden Scheinwiderstandes, die einen Ausschlag von 1 mm am Nullinstrument hervorrufen, festgelegt. [H.-J. Mau, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 7, S. 473; 14 S., 24 Abb.]

[1]) Schering u. Vieweg, Z. techn. Phys. 9 (1928) S. 442.
[2]) Giebe u. Zickner, Z. Instrumentenkde. 53 (1933) S. 49 u. 97.

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende Bekanntmachungen:

„Bekanntmachung Nr. 437[1]).

621. 314. 224. 08

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 26 folgende Stromwandlerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 26, die Formen BADP 10 a, BADP 10 a 2, BADP 10 a 1,1 BADP 10 b, BADP 10 c, BADP 20 a, BADP 20 a 2, BADP 20 a 1,1 BADP 20 b und BADP 20 c, Stromwandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.**

Berlin-Charlottenburg, den 20. März 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung: Gehrcke".

Beschreibung:[2])

1. Die durch die Bekanntmachung Nr. 353[3]) vom 17. 2. 1934 zur Beglaubigung zugelassenen Stromwandler der Formen BADP 10 a, BADP 10 a 2, BADP 10 a 1,1 und der Form BADP 10 b in der Ausführung für eine sekundäre Bürde von 1,2 Ω können auch für die primäre Nennstromstärke 500 A beglaubigt werden.

2. Dem System 26 werden folgende Stromwandlerformen neu eingereiht: Die Form BADP 10 b in der Ausführung für eine sekundäre Bürde von 0,6 Ω und die Formen BADP 10 c, BADP 20 a, BADP 20 a 2, BADP 20 a 1,1, BADP 20 b, BADP 20 c.

Die Ausführungsformen sämtlicher unter dem Systemzeichen 26 zur Beglaubigung zugelassenen Wandler sind in der Zahlentafel 1 zusammengefaßt.

Die aufgeführten Wandler können für die Frequenz 50 Hz und für die sekundäre Nennstromstärke von 5 A beglaubigt werden. Die Wandler haben entweder primär nur einen Meßbereich, oder sie sind primär im Verhältnis 1 : 2 umschaltbar.

Die Wandler der Formen BADP 10 b, BADP 20 b, BADP 10 c und BADP 20 c können jeweils in zwei verschiedenen Ausführungen beglaubigt werden, die sich durch den thermischen Grenzstrom (Begriffserklärung s. § 5 der vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Regeln für Wandler, VDE 0414/1932) und die Nennbürde unterscheiden. Von den Wandlern der Formen BADP 10 b und BADP 20 b kann die Ausführung mit einem thermischen Grenzstrom von etwa dem 100fachen Nennstrom für die Nennbürde 1,2 Ω, die Ausführung mit einem thermischen Grenzstrom von etwa dem 150fachen Nennstrom für die Nennbürde 0,6 Ω beglaubigt werden. Von den Wandlern der Formen BADP 10 c und BADP 20 c kann die Ausführung mit einem thermischen Grenzstrom von etwa dem 100fachen Nennstrom für die Nennbürde 1,6 Ω, die Ausführung mit einem thermischen Grenzstrom von etwa dem 200fachen Nennstrom für die Nennbürde 0,6 Ω beglaubigt werden.

Die Wandler der Formen BADP 10 a und BADP 20 a können für die Nennbürde 0,6 Ω beglaubigt werden. Der thermische Grenzstrom der Wandler ist etwa der 100fache Nennstrom.

Die Wandler der Formen BADP 10 a 2 und BADP 20 a 2 besitzen zwei Kerne mit je einer Sekundärwicklung. Jeder dieser Kerne kann für die Nennbürde 0,6 Ω beglaubigt werden. Der thermische Grenzstrom ist etwa der 100fache Nennstrom. Die Wandler der Formen BADP 10 a 1,1 und BADP 20 a 1,1 besitzen ebenfalls zwei Kerne mit je einer Sekundärwicklung. Es kann aber nur ein Kern beglaubigt werden, und zwar für die Nennbürde 0,6 Ω. Der thermische Grenzstrom ist etwa

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 97.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 437 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 55 (1934) S. 468.

Digitized by Google

der 100fache Nennstrom. Die Wandler in Zweikernausführung erhalten für jeden Kern ein besonderes Leistungsschild. Bei den Wandlern der Formen BADP 10 a 1,1 und BADP 20 a 1,1 wird der nicht beglaubigungsfähige Kern durch ein zusätzliches Schild gekennzeichnet, das die Aufschrift trägt: Dieser Kern ist von der Beglaubigung ausgeschlossen.

Die Wandler mit der Zahl 10 im Formzeichen sind entsprechend der Reihe 10, die Wandler mit der Zahl 20 im Formzeichen entsprechend der Reihe 20 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ausgeführt. Die Prüfspannungen haben die in den Regeln für Wandler des VDE (VDE 0414/1932) festgesetzten Werte. Die Spannung für die Wicklungsprobe der Primärwicklung gegen Sekundärwicklung und Gehäuse beträgt demgemäß 42 kV bei den Wandlern mit der Zahl 10, 64 kV bei den Wandlern mit der Zahl 20 im Formzeichen.

Der Aufbau der neuen Formen entspricht im wesentlichen dem der bisher zugelassenen Formen. Die Wandler der Reihe 20 haben für die höhere Prüfspannung bemessene, größere Porzellankörper. Die Eisenkerne sind bei allen Formen aus Blechen von dem gleichen Kernschnitt aufgebaut; die mit den Buchstaben a, b, c bezeichneten Formen unterscheiden sich durch verschiedene Schichthöhe des Eisenkerns. Die bei einigen Formen zugelassenen Ausführungen mit zwei verschiedenen Werten der Nennbürde und des thermischen Grenzstroms unterscheiden sich dadurch, daß bei der Ausführung mit höherer thermischer Festigkeit die Leiterquerschnitte der Wicklungen auf Kosten der Windungszahlen erhöht sind.

Zahlentafel 1.

Formbezeichnung	Thermischer Grenzstrom (I_N = primärer Nennstrom)	Bürde	Primäre Nennströme	
			nicht umschaltbar	umschaltbar
BADP 10a „ 10a 2 „ 10a1,1 „ 20a „ 20a2 „ 20a1,1	etwa 100 I_N	0,6 Ω	5—500 A	5/10—200/400 A
BADP 10b „ 20b	etwa 100 I_N etwa 150 I_N	1,2 Ω 0,6 Ω	5—500 A 5—300 A	5/10—200/400 A 5/10—100/200 A
BADP 10c „ 20c	etwa 100 I_N etwa 200 I_N	1,6 Ω 0,6 Ω	5—500 A 5—250 A	5/10—200/400 A 5/10—75/150 A

„Bekanntmachung Nr. 438[1]).

621. 314. 222. 08

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist die folgende Spannungswandlerform zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System $\boxed{38}$, die Form VGJ 26 S, Spannungswandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Siemens & Halske A.-G.** in **Berlin-Siemensstadt.**

Berlin-Charlottenburg, den 25. März 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung:
Giebe."

Beschreibung:[2])

Die Spannungswandler der Form VGJ 26 S können für die Frequenz 50 Hz, für Oberspannungen von 500 bis 3000 V, für die Unterspannungen 100 und 110 V und für eine sekundäre Belastung von 30 VA beglaubigt werden. Die Wandler haben entweder primär nur einen Meßbereich, oder sie sind primär im Verhältnis 1 : 2 umschaltbar.

Die Wandler sind entsprechend der Reihe 3 ausgeführt; die Prüfspannungen entsprechen den vom Verband Deutscher Elektrotechniker in den Regeln für Wandler (VDE 0414/32) festgesetzten Werten. Die Spannung für die Wicklungsprobe zwischen Primärwicklung und Sekundärwicklung mit Eisen ist demgemäß 26 kV.

Die Spannungswandler der Form VGJ 26 S sind Trockenwandler, deren Wicklungen von einem zweiteiligen, ringförmigen Preßstoffgehäuse umhüllt sind. Der Eisenkern vom Schenkeltyp ist in die Ringöffnung des Gehäuses eingeschaltet, im Innern des Gehäuses sind die Unterspannungswicklung und darüber die Oberspannungswicklung in Form von Zylinderspulen untergebracht. Das Isolierstoffgehäuse trägt oben die Primärklemmen und seitlich in einer Anschlußdose, die mit einem plombierbaren Deckel abgedeckt werden kann, die Sekundärklemmen. Für die Erdung ist einer der Bolzen vorgesehen, die den Eisenkern und den Fuß des Wandlers zusammenhalten. Bei den primär umschaltbaren Wandlern werden die an je zwei Klemmen geführten Wicklungshälften außen durch Laschen entweder in Reihe oder parallelgeschaltet.

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 99.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 438 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

„Bekanntmachung Nr. 439[1]).

621. 317. 785

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System $\boxed{174}$ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\boxed{174}$, die Formen EM4eL und EM4eRL, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter, hergestellt von der Firma **Hellowatt Werke Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in **Berlin-Charlottenburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 25. März 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung:
Giebe."

Beschreibung:[2])

Die durch die Bekanntmachung Nr. 370[3]) vom 12. 1. 1935 zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Formen EM4e und EM4eR des Systems $\boxed{174}$ werden auch in Ausführung mit einer Vorrichtung zur Störungsanzeige unter den Formzeichen EM4eL bzw. EM4eRL hergestellt und können in dieser Ausführung für die Nennspannung 220/380 V, für Nennstromstärken von 5 bis 150 A und für Nennfrequenzen von 50 bis 60 Hz beglaubigt werden.

Die Vorrichtung zur Störungsanzeige besteht aus einer kleinen in den Zähler eingebauten und von außen durch ein Fenster sichtbaren Glimmlampe, die zwischen dem Sternpunkt der drei Spannungsspulen und der Nullpunktsklemme des Zählers liegt. Die Glimmlampe ist durch eine Kurzschlußleitung überbrückt, die durch einen von außen in Tätigkeit zu setzenden plombierbaren rückfedernden Druckknopf unterbrochen werden kann, so daß der Kurzschluß aufgehoben wird. Ist eine der Spannungsspulen des Zählers unterbrochen, so leuchtet bei Betätigung des Druckknopfes die Glimmlampe auf. Sind die drei Spannungsspulen in Ordnung, so leuchtet die Glimmlampe bei Betätigung des Druckknopfes nicht auf, da ihr keine nennenswerte Spannung zugeführt wird.

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 99.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 439 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 485.

Theoretische Elektrotechnik.

621. 386 : 537. 531 **Die Elektronenverteilung im Brennfleck von Röntgenröhren.** — Nach einem kurzen Überblick über die Mittel zur Erzielung einer höheren Belastbarkeit von Röntgenröhren wird die Möglichkeit rechnerisch untersucht, die Belastbarkeit durch günstigere Verteilung der Elektronenstromdichte im Brennfleck zu steigern, d. h. so, daß sich am Ende der Belastungszeit eine gleichmäßig hohe Temperatur im ganzen Brennfleck einstellt. Die zugehörige Elektronenverteilung wird für Dauerbelastung streng und für endliche Belastungszeit angenähert berechnet; die dabei gemachten Vernachlässigungen erweisen sich für praktische Fälle als zulässig. Die erzielbare Mehrbelastung gegenüber dem Fall gleichmäßiger Elektronenverteilung wird durch Vergleich der Temperaturwerte gefunden; sie besitzt einen Höchstwert von etwa 17% bei kurzen Belastungszeiten (10 bis 20 ms für Wolframanoden). Ferner wird die zulässige Leistungsdichte für eine Wolframanode in Abhängigkeit von der Belastungszeit berechnet. Das Berechnungsverfahren gestattet außerdem, bei beliebiger gegebener Elektronenverteilung die Temperaturverteilung durch zeichnerische Integration zu ermitteln.

Das früher[4]) angegebene elektronenoptische Verfahren zur Untersuchung der Elektronenverteilung wird weiter entwickelt: Die früher verwendete Lochblende in der Anodenebene wird durch ein Netz ersetzt, so daß eine Untersuchung des ganzen

[4]) J. Dosse u. M. Knoll, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) S. 729 und J. Dosse, Z. techn. Phys. 17 (1936) S. 121.

Digitized by Google

Brennfleckbereiches möglich ist. Die Verstärkung der Meßströme ermöglicht es, sowohl den zeitlichen als auch — bei periodischer Ablenkung des Elektronenstrahles im Elektronenmikroskop — den örtlichen Verlauf der Elektronenstromdichte aufzuzeichnen. Das Netz in der Anodenebene verursacht dabei keine merklichen Störungen. Schließlich kann man den Verlauf der Elektronenverteilung längs der Strahlrichtung verfolgen, indem man die magnetische Linse des Elektronenmikroskops auf die gewünschten Strahlquerschnitte einstellt. — Ein Vergleich der elektronenoptischen Messung mit einer unter möglichst gleichen Verhältnissen gemachten Lochkamera-Aufnahme, die photometrisch ausgewertet wird, zeigt, daß beide Verfahren für die örtliche Elektronenstromverteilung in der Anodenebene gleiche Ergebnisse liefern. [J. Dosse, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 8, S. 534; 10½ S., 10 Abb.]

Werkstatt und Baustoffe.

621.355.14/.15 : 620.1 **Akkumulatorenbauteile aus neuen Kunststoffen.** — Ausgehend von den Bestrebungen, zwecks Gewichtserleichterung bei Akkumulatoren gewisse Teile aus leichteren Stoffen zu verwenden, schlägt G. Hauffe die Vinylpolymerisate hierfür vor wegen ihrer günstigen Eigenschaften, wie Säure- und Alkalibeständigkeit, Unbrennbarkeit, Transparenz und guter mechanischer Eigenschaften, und zwar für Zubehörteile für Gefäße und Trennungsmittel für die Platten. Durch Pressen oder Spritzen lassen sich alle gewünschten Formlinge herstellen. Als Ersatz für die bekannten gewellten, gelochten Hartgummischeider in Akkumulatorenbatterien wird ein Scheider aus Kunststoff auf der Basis Polyvinylchlorid besonders empfohlen, welcher unter dem Namen „Decelith-Scheider" in den Handel gekommen ist.

Weiterhin wird vorgeschlagen, bei den bekannten Panzerplatten an Stelle der Hartgummiröhrchen, welche die aktive Masse umschließen, Röhrchen aus Decelith zu verwenden. Schließlich wird noch angeregt, in Akkumulatorenplatten die Trägerteile, welche bisher aus Blei hergestellt wurden, durch solche aus Decelith zu ersetzen mit dem Ziel, das Gewicht weiter herabzusetzen und Blei als devisengebundenen Rohstoff einzusparen. Zu diesem Zweck ist eine „Decelith-Kastenplatte" entwickelt worden. Bei dieser Platte, die der allgemein verwendeten normalen Kastenplatte in der äußeren Form und der Art des Aufbaues entspricht, ist der zweiteilige Bleirahmen mit den gelochten Bleiabdeckblechen durch eine entsprechende Anordnung aus Decelith ersetzt worden. Um die leitende Verbindung mit der in die Kastenplatte eingebrachten Masse zu gewährleisten, wird zwischen die Rahmenhälften ein Bleiblech eingelegt. Die Plattenhälften werden mit Bleinieten zusammengehalten. Schließlich kann auch die Kastenplatte innen und außen mit einem Bleiüberzug durch Spritzen versehen werden.

Daran anschließend wird ausgeführt, daß solche Kastenplatten 35% leichter sind als normale Kastenplatten und daß für Fahrzeugbatterien infolgedessen eine Gewichtsverminderung um 35% eintrete.

Anmerk. d. Ber.: Hierzu ist folgendes festzustellen: Decelith für Zubehörteile und für Scheider hat sich nach den bisherigen Versuchen bewährt und dürfte weitere Anwendung finden. Dagegen wird es nicht möglich sein, das Decelith im Austausch für Blei als Masseträger der Platten zu benutzen. Man hat schon vielfach versucht, bei der als Beispiel angeführten Kastenplatte den äußeren Bleiträger oder die gelochten Bleibleche oder beides durch andere Stoffe zu ersetzen, wobei man auch von dem in die Masse eingelegten Bleiblech als Stromableitung Gebrauch machte. Alle diese seit Jahren durchgeführten Versuche sind fehlgeschlagen, weil bei negativen Platten, die eine größere Anzahl Entladungen aushalten sollen, die Wahrung des elektrischen Kontaktes zwischen Masse und Stromableitung auf die Dauer nicht durchzuführen war. Ferner bestehen konstruktive Schwierigkeiten für die Ausbildung der Stromabführung durch die Fahnen. Noch aussichtsloser erscheint es, eine positive Platte auf dieser Grundlage aufzubauen. Die eingelegten Bleche für Stromabführungen werden sehr bald durchformiert und können daraufhin keine ausreichende Stromzuführung mehr gewährleisten. Weiter ist der Schluß nicht zutreffend, daß bei 35% Plattenerleichterung auch die Batterien 35% leichter werden. Das Gewicht für den Behälter, die Säure, die Außenverbindungen und dergleichen, welches etwa 40% des Gesamtgewichtes der Batterie ausmacht, bleibt bestehen, so daß die gezogene Folgerung für Fahrzeugbatterien irrtümlich ist.

Abgesehen davon, daß eine Kastenplatte als positive Platte nicht zu verwenden ist, wären überhaupt Fahrzeugbatterien aus Kastenplattenelementen für den gedachten Zweck unwirtschaftlich. Elektrisch betriebene Fahrzeuge, bei denen die Gewichtserleichterung der Batterie in erster Linie erwünscht ist, nämlich Straßenfahrzeuge, haben daher meist Batterien mit Gitterplatten, weil diese das günstigste Leistungsgewicht haben. Bei Gitterplatten wäre ein Ersatz des Bleiträgers durch Kunststoffe noch viel weniger möglich als bei Kastenplatten. — So begrüßenswert die gegebene Anregung ist, dürfte sie praktisch ebenso wie viele frühere Vorschläge nicht ausführbar sein. [G. Hauffe, Kunststoffe 27 (1937) S. 86; 1½ S., 2 Abb.]. *Cl.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

621.386 (064) **Die Ausstellung zur Tagung der Deutschen Röntgen-Gesellschaft, Breslau 1937.** — Bereits im Bericht über die vorjährige Ausstellung[1]) waren die Bestrebungen zur „Automatisierung" der Röntgenapparate erwähnt worden. Bei den Kleinapparaten ist dieses Problem praktisch dadurch gelöst, daß mit unveränderlicher Röhrenspannung und Röhrenstromstärke gearbeitet wird und nur die Zeit veränderlich ist. Bei den mittleren und großen Apparaten waren bedeutend größere Schwierigkeiten zu überwinden.

Bei den „automatisierten" Apparaten mittlerer Leistung begnügt man sich im allgemeinen mit einer geringen Anzahl fest eingestellter Daten für Röhrenspannung und -strom, bei denen die Belastbarkeit der Röhre innerhalb der in Betracht kommenden Expositionszeiten gut ausgenutzt, Überlastung aber verhindert ist. Die vollkommenste Lösung stellen die Großapparate dar, bei denen im allgemeinen mit festen, standardisierten Werten gearbeitet wird, in besonderen Fällen aber die Möglichkeit der völlig freien Wahl aller Betriebsdaten besteht, wobei jedoch eine Gefährdung der Röntgenröhre durch Überlastung mit Sicherheit verhindert ist.

Für die Erzeugung eines Röntgenbildes sind drei Faktoren, nämlich Röhrenspannung, Röhrenstrom und Belichtungszeit maßgebend. Die Wahl der Röhrenspannung richtet sich nach der Objektdicke und dem gewünschten Bildcharakter, und zwar erhält man bei hoher Spannung durchdringende, „harte" Strahlung, aber kontrastarme Bilder, bei niedriger Spannung weniger durchdringende, „weiche" Strahlung, aber bei geeigneten, nicht zu dicken Objekten konstrastreiche Bilder. Ist die Wahl der geeigneten Spannung erfolgt, so hängt die Gesamtstrahlenwirkung (Filmschwärzung) noch von Röhrenstrom und Belichtungszeit ab, und zwar kommt es nur auf das Produkt Strom mal Zeit (mAs) an. Die neueren Röntgenapparate großer Leistung sind daher vielfach so eingerichtet, daß man außer der Spannung lediglich den mAs-Wert einzustellen braucht.

Eine große Schwierigkeit besteht darin, daß bei Apparaten und Röhren größter Leistung (Drehanodenröhren) so kurze Expositionszeiten möglich und erwünscht sind, daß das niederspannungsseitige Schalten mit elektromagnetisch betätigten Schützen nicht mehr hinreichend schnell und genau möglich ist. Die restlose Beseitigung dieser Schwierigkeit brachte die hochspannungsseitige, völlig trägheitslose Kurzzeitschaltung mit Hilfe eines gittergesteuerten Schaltventils im Röhrenstromkreis[2]). Zugleich ist damit eine einfache Lösung der Aufgabe des Überlastungsschutzes möglich geworden. Man bringt in der Nähe der Wolframanode, die sich bei Kurzzeitaufnahmen bis zur hellen Weißglut erhitzt, eine Photozelle an, die beim Erreichen einer bestimmten Helligkeit des Brennfleckes über ein ebenfalls trägheitslos arbeitendes Verstärkerrelais auf das Schaltventil arbeitet und den Röhrenstrom unterbricht.

Die Übertragung der Steuerspannung auf das an Hochspannung liegende Schaltventil geschieht mittels Hochfrequenz, vor allem, um in der Wahl sehr kleiner Schaltzeiten nicht mehr wie bisher durch die Netzfrequenz beschränkt zu sein. Zum Ein- und Ausschalten des Röhrenstromes und damit der Röntgenstrahlung braucht also nur der Hochfrequenzröhrengenerator aus- und eingeschaltet zu werden, was mit Hilfe eines Stromtores geschieht. Beim Einschalten fließt der Röhrenstrom sofort in voller Stärke und lädt einen Kondensator auf, der in mAs geeicht ist und beim Erreichen eines vorher eingestellten Wertes über das Stromtor und den Hochfrequenzgenerator den Röhrenstrom wieder unterbricht.

Die Anwendung dieser Kurzzeitschaltung ist natürlich nur bei Apparaten mit konstanter oder nahezu konstanter Spannung möglich und sinnvoll, also bei Drehstrom- und Kondensatorapparaten. Bei diesen ist sie deshalb besonders vorteilhaft, weil es damit möglich ist, den Entladungsvorgang des Kondensators bei einer bestimmten Spannung abzubrechen und so eine nutzlose Mehrbelastung der Röhre und Hautbelastung des Patienten zu vermeiden, denn die Spannung unter etwa 30 kV trägt praktisch nicht mehr zur Bilderzeugung bei, da die Strahlung dabei zu weich und wenig durchdringend ist. Die in

[1]) H. Graf, ETZ 57 (1936) S. 805.
[2]) H. Graf, ETZ 56 (1935) S. 1048. K. Bischoff u. C. Niemann, SRW-Nachrichten, Juli 1936.

Digitized by Google

den letzten Jahren erzielten Fortschritte im Bau von Hochspannungskondensatoren großer Kapazität geben die Möglichkeit, diese bei erträglichen Abmessungen und Kosten so groß zu wählen, daß bei den meisten Aufnahmen die Kondensatorspannung nur wenig absinkt, die Röntgenröhre also praktisch mit konstanter Gleichspannung betrieben wird.

Die trägheitslose Kurzzeitschaltung ermöglicht wirkliche Momentaufnahmen vom Körperinnern mit seinen bewegten Organen. In manchen Fällen besteht darüber hinaus das Bedürfnis, den Bewegungsablauf selbst festzuhalten, also röntgenkinematographische Aufnahmen zu machen. Von den zwei grundsätzlich verschiedenen Verfahren, der direkten (schnelle Aneinanderreihung gewöhnlicher Röntgenaufnahmen) und der indirekten (Kinematographie des Leuchtschirmbildes) ist die letztgenannte zu größerer praktischer Bedeutung gelangt, da sie grundsätzlich einfacher zu verwirklichen ist. Die Hauptschwierigkeit liegt in der Erzeugung eines genügend hellen Leuchtschirmbildes. Zu diesem Zweck mußten ein Generator und eine neue Drehanodenröhre sehr großer Leistung (150 kV konstante Gleichspannung bei Röhrenstromstärken bis zu 200 mA und verhältnismäßig langer Belastungsdauer) geschaffen werden. Außerdem war die Verwendung besonders heller Leuchtschirme, höchstempfindlicher Filme und lichtstärkster Objektive (Öffnungsverhältnis 1 : 0,85) notwendig. Um die Hautbelastung des Patienten zu verringern und dadurch an Filmlänge zu gewinnen, wird der Röntgenröhrenstrom durch die oben beschriebene Gittersteuerung während des Dunkelsektors der Aufnahmekamera unterbrochen. Die Schaltimpulse werden von einer Kontaktwalze gegeben, die mit der Kamera synchron durch einen Motor angetrieben wird. Das Gitter, das den Röhrenstrom steuert, ist dabei in die Drehanodenröhre selbst hineinverlegt.

Durch das Drehanodenprinzip konnte bekanntlich die Aufnahmeleistung einer Röntgenröhre auf das etwa 15fache gegenüber den Röhren mit feststehender Anode gesteigert werden[1]). In Breslau wurde nun eine Röntgenröhre mit feststehender Anode gezeigt, bei der durch ein neuartiges Kühlverfahren die spezifische Brennfleckbelastung erheblich gesteigert werden kann. Bei dieser sog. Siedestrahlkühlung wird ein auf etwa 100° vorgeheizter Wasserstrahl von rückwärts gegen das nur etwa 0,1 mm stark gehaltene Wolframblech der Anode gespritzt. Ist die Röntgenröhre in Betrieb, wird also die Anode stark erhitzt, so verdampft das bis nahe an den Siedepunkt vorgewärmte Wasser und übt so durch den starken Wärmeverbrauch für die Verdampfung eine gute Kühlung aus. Zur Unterdrückung des Leidenfrostschen Phänomens (Bildung einer wärmeisolierenden Dampfschicht) ist dem Heißwasserstrahl Luft in fein verteilten Bläschen beigefügt.

Neben den Großapparaten, die fast ausschließlich in den größeren Instituten Verwendung finden, wurde in Breslau ein Röntgenapparat mittlerer Leistung (80 kV bei 50 mA) gezeigt, der vor allem in der Privatpraxis des Fachröntgenologen, den kleinen Krankenhäusern und Heilstätten, Fürsorgestellen, Lazaretten usw. eine Rolle spielen wird. Röntgenröhre und Transformator sind dabei nach dem bei den Kleinapparaten bekannten Prinzip in einem gemeinsamen Gehäuse zusammengebaut. Die kleinen Abmessungen und das niedrige Gewicht dieses als „Röntgenkamera" bezeichneten Apparates wurden durch Anwendung des bisher nur bei den Kleinapparaten bekannten Transformatorbauprinzips (weitgehende Raumausnutzung durch das aktive Eisen und Kupfer[2]) und des Betriebes der Röntgenröhre unter Öl erzielt. Durch Erdung der Anode und Herausführung ihres Kühlkörpers aus dem Ölbehälter in den Luftstrom eines kleinen Gebläses ist eine intensive Anodenkühlung möglich geworden, die auch die Benutzung des Apparates für Dauerdurchleuchtungen gestattet.

Auf dem Gebiete der Röntgentherapie machten sich bei der diesjährigen Ausstellung keine wesentlichen Fortschritte gegenüber den letzten Jahren bemerkbar. Erwähnenswert ist die Weiterentwicklung der Hohlanodenröhren für die sogenannte Nahbestrahlung und für Körperhöhlenbestrahlungen[2]), wobei es gelang, eine Hohlanodenröhre auch für sehr enge Körperhöhlen (Mastdarm) zu entwickeln. Ganz besonders hat sich dieses Hohlanodenprinzip auch bei Röntgenröhren für technische Werkstoffuntersuchung bewährt, nachdem es gelungen ist, das Anodenrohr nahezu beliebig lang auszubilden unter Zuhilfenahme mehrerer in Abständen voneinander das Rohr umgebender Magnetspulen zum Sammeln des Elektronenstrahlenbündels. Derartige Röhren eignen sich namentlich zur Untersuchung von langen Stahlrohren kleinen Durchmessers, und zwar sowohl für Grob- als auch für Feinstrukturuntersuchung.

[1]) s. Fußnote 1, S. 963.
[2]) s. Fußnote 2, S. 963.

Auf dem Gebiete der Hilfsmittel für die Röntgentherapie sei noch eine neuartige Filtersicherung erwähnt, bei der die bei Röntgenbestrahlungen je nach der gewünschten Tiefenwirkung zu benutzenden, verschiedenen Metallfilter auf einen ringförmigen Halter verteilt angebracht sind, der die Röhrenhaube umgibt und elektromotorisch mit Fernauslösung vom Schaltpult her so bewegt werden kann, daß er der Reihe nach jedes der gewünschten Filter vor die Strahlenaustrittsöffnung bringt.

Aus dem Gebiete der sonstigen Strahlenanwendung sei noch eine neuartige Ultraviolettbestrahlungslampe erwähnt. Ein Kadmium enthaltender elektrodenloser Hochdruck-Quarzbrenner wird im Hochfrequenzfeld eines an einen Kurzwellensender angeschlossenen Schwingungskreises zum Leuchten erregt. Die spektrale Energieverteilung dieser Kadmiumlampe zeichnet sich durch teilweise andersartige Wirkung gegenüber der Strahlung der Quecksilberlampe aus.

Herbert Graf VDE.

621. 315. 616 (063) Kunststofftagung in Frankfurt a. M. — Das diesjährige Reichstreffen der Deutschen Chemiker in Frankfurt a. M. vom 6. bis 10. 7. d. J. stand im Zeichen der 50Jahrfeier des Vereins Deutscher Chemiker. In der Fülle der Veranstaltungen war für den Elektrotechniker wohl am bemerkenswertesten die am 6. 7. veranstaltete Kunststofftagung sowie die Kunststoffschau auf der ACHEMA VIII. Beide Veranstaltungen berührten wichtige Isolierstofffragen und Fragen des Austausches devisengebundener Werkstoffe in der Elektrotechnik durch Kunststoffe.

Die Kunststofftagung war veranstaltet worden von den zugehörigen Fachgruppen des VDCh, VDE und VDI, so daß hier erstmalig eine Tagung in fruchtbringender Gemeinschaftsarbeit der großen technisch-wissenschaftlichen Verbände stattfand. Unter den zahlreichen Vorträgen auf dieser Tagung waren für den Elektrotechniker unmittelbar von Interesse zunächst die Ausführungen des Vorsitzenden des Ausschusses für Isolierstoffe, R. Nitsche, über die Wünsche des Elektrotechnikers hinsichtlich der Entwicklung der Kunststoffe. Einführend wies der Vortragende auf die Verdienste der Elektrotechnik hin, die sie sich als Schrittmacher für die Entwicklung der Kunststoffe erworben hat. Für die weitere Entwicklung der Kunststoffe wurden u. a. eindeutige, leicht faßliche Bezeichnungen für die als elektrische Isolierstoffe geeigneten zahlreichen neuen Kunststoffe gefordert, ferner eine Erweiterung, Vertiefung und Verbreitung der Stoffkenntnisse. Wünschenswert ist eine größere Gleichmäßigkeit und leichtere Verarbeitung der Kunststoffe. Für Abdeckungen wurden ferner Kunststoffe mit höheren Festigkeiten bei leichterer Verarbeitung, für thermisch beanspruchtes Installationsmaterial Steigerung der Dauerwärmebeständigkeit und Verringerung der Schrumpfungen, für Träger spannungführender Teile Erhöhung der Kriechstromfestigkeit, weitere Minderung der dielektrischen Verluste und ihrer Temperaturabhängigkeit gefordert. P. Nowak berichtete vor allem über Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten der neuzeitlichen Kunststoffe als Isolier- und Mantelstoffe für den Aufbau von Kabel und Leitungen. G. Pfestorf behandelte den Wert elektrischer Prüfverfahren zum Nachweis chemischer Angriffe bei Kunststoffen, die Bedeutung des Zusammenhanges zwischen elektrischen und mechanischen Eigenschaften, den Wert praktischer Versuche sowie die Abhängigkeit der dielektrischen Verluste von der thermischen Vorbehandlung. Für die Anwendung von Kunststoffen in der Starkstromtechnik waren die Mitteilungen von R. Vieweg über ein neues Schnellverfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von großem Interesse.

Wirkungsvoll ergänzt wurde die Kunststofftagung durch eine Ausstellung im Rahmen der ACHEMA VIII, wo u. a. gezeigt wurde, welche deutschen Heimstoffe insbesondere für die Elektrotechnik an Stelle von Kautschuk und Guttapercha heute bereits zur Verfügung stehen. Muster von Versuchsausführungen von kunststoffummantelten Kabeln und Leitungen fanden neben Akkumulatorenkästen aus Mipolam allgemeines Interesse. Weiter waren Kunststoffe an Stelle von Sparmetallen und natürlichen Schnitzstoffen ausgestellt, darunter Kunststoffe für die Elektrotechnik an Stelle von Gußeisen usw. Sehr anregend war auch die Schau der Heimstoffe an Stelle ausländischer Lackrohstoffe und Wachse, die im Hinblick auf Isolierlacke für den Elektrotechniker bedeutungsvoll war. Die Prüfverfahren zur Ermittlung der elektrischen Eigenschaften und die Anwendung zerstörungsfreier Prüfverfahren zur Auffindung von Werkstoffehlern, dargestellt an der Durchleuchtung eines Telefonhörers, seien als letzter interessanter Teil der Ausstellung genannt, die durch Kurzberichte der Fachgruppe für Chemie der Kunststoffe am 8. 7. ergänzt wurde. *Ni.*

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Elektromedizin.

Der Ausschuß für Elektromedizin hat einen Entwurf zu

VDE 0751 „Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzgeräte zur Diathermie, Hochfrequenzchirurgie, Kurzwellentherapie"

aufgestellt, der nachstehend veröffentlicht wird.

Einsprüche sind bis zum 1. November 1937 der Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Entwurf.

Anwendung dieses noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

VDE 0751

Vorschriften für elektromedizinische Hochfrequenzgeräte zur Diathermie, Hochfrequenzchirurgie, Kurzwellentherapie.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

III. Bestimmungen.

A. Bau.

1. Allgemeines.

§ 4. Schutz gegen niederfrequente Ströme.
§ 5. Schutz gegen zufällige Berührung.
§ 6. Erdung, Nullung und Schutzschaltung.
§ 7. Mechanische und thermische Sicherheit.
§ 8. Spannungen.

2. Einzelteile.

§ 9. Isolierteile.
§ 10. Kriech- und Luftstrecken.
§ 11. Verbindungsstellen.
§ 12. Innere Leitungen.
§ 13. Bedienungsteile.

3. Anschlüsse und Zuleitungen.

§ 14. Anschlußarten.
§ 15. Zuleitungen.
§ 16. Ausführung fester Anschlüsse.
§ 17. Wandstecker.

4. Aufschriften.

§ 18.

B. Prüfung.

§ 19. Allgemeines.

1. Modellprüfung.

§ 20. Kurzzeitige Leerlaufprüfung (Prüfung mit hochfrequenter Spannung).
§ 21. Kurzschlußprüfung.
§ 22. Dauerleerlaufprüfung.
§ 23. Isolationsprüfung.

2. Stückprüfung.

§ 24.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Vorschriften gelten für Geräte, die nach dem 1. Januar 1938 hergestellt werden[1]).

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für elektromedizinische Hochfrequenzgeräte zur Diathermie, Hochfrequenzchirurgie, Kurzwellentherapie für Nennspannungen bis 380 V, soweit die Spannung gegen Erde 250 V nicht übersteigt.

b) Diese Vorschriften gelten nicht für die außerhalb des Gerätes angeschlossenen, zum Behandlungskreise gehörenden Zusatzgeräte und deren Zuleitungen.

c) Hinsichtlich Rundfunkstörungen kommt VDE 0874 „Leitsätze zur Verminderung von Rundfunkstörungen"[2]) in Frage. Die Anwendung von VDE 0874 bildet keinen Bestandteil dieser Vorschriften.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Nennspannung ist die Spannung, für die das Gerät netzseitig gebaut und benannt ist.

b) Nennspannungsbereich ist der Bereich zwischen den auf dem Gerät angegebenen Spannungsgrenzen, innerhalb deren das Gerät netzseitig ohne Umschaltung verwendbar ist.

c) Nennanschlußbereich ist der Bereich zwischen der auf dem Gerät angegebenen niedrigsten und höchsten Nennspannung, innerhalb deren das Gerät netzseitig unter Zuhilfenahme einer vorgesehenen Umschaltung verwendbar ist.

d) Nennstrom ist der bei Nennspannung aufgenommene Höchststrom bei Einstellung etwa vorhandener Regelorgane im Niederfrequenzkreis auf höchste Stromentnahme, bei Geräten mit Funkenstrecken außerdem bei Kurzschluß der Funkenstrecken.

e) Kriechstrecke ist der kürzeste Weg längs der Oberfläche eines Isolierteiles zwischen Spannung führenden Teilen gegeneinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und Erde bzw. der Berührung zugänglichen Stellen.

f) Luftstrecke ist der kürzeste Luftabstand Spannung führender Teile gegeneinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und Erde bzw. der Berührung zugänglichen Stellen.

g) Zum Netzkreis gehören die mit den Spannung führenden Netzleitungen in Verbindung stehenden Teile.

h) Zum Behandlungskreis gehören die mit den Abnahmeklemmen über Spannung führende Leitungen in Verbindung stehenden Teile.

i) Zum Hochspannungskreis gehören die Sekundärwicklung des Niederfrequenztransformators und die mit ihr über Spannung führende Leitungen in Verbindung stehenden Teile.

k) Die feste Anschlußschnur ist eine Anschlußschnur, die mit dem Gerät verbunden und nur mit Werkzeugen entfernbar ist.

l) Schutzleitung ist der Sammelbegriff für die leitende Verbindung zwischen dem zu schützenden Gerät und dem Erder (bei Erdung), dem Nulleiter (bei Nullung) oder dem Schutzschalter (bei Schutzschaltung).

III. Bestimmungen.

A. Bau.

1. Allgemeines.

§ 4.

Schutz gegen niederfrequente Ströme.

a) Zwischen dem Netzkreis einerseits und dem Behandlungskreis andererseits darf keine leitende Verbindung bestehen. Die Teile beider Kreise müssen so voneinander getrennt sein, daß eine leitende Verbindung auch bei Bruch eines Drahtes oder Isolierteiles nicht eintreten kann. Enthalten die Geräte der Abnutzung unterworfene Teile (z. B. Elektronenröhren, Funkenstrecken), so muß vorstehende Forderung auch bei Schadhaftwerden dieser Teile erfüllt sein.

Eine Verbindung des Behandlungskreises mit dem Netz über eine Kapazität von mehr als 5 nF ist nur zulässig bei Geräten, bei denen auch der Behandlungskreis mit der Anschlußstelle für die Schutzleitung (siehe § 6) leitend verbunden ist.

b) Die Geräte müssen so gebaut sein, daß zwischen den Abnahmeklemmen sowie zwischen jeder Abnahmeklemme und dem Gehäuse oder Erde kein niederfrequenter Strom von mehr als 0,4 mA auftreten kann.

c) Ist der Hochspannungskreis mit der Anschlußstelle für die Schutzleitung leitend verbunden, so muß auch der Behandlungskreis mit dieser Anschlußstelle leitend verbunden werden, falls nicht durch besondere Maßnahmen, z. B. Anbringung einer Zwischenwand aus Isolierstoff oder hinreichende Bemessung des

[1]) Genehmigt durch .....

[2]) In Vorbereitung.

Digitized by Google

Abstandes, dafür gesorgt ist, daß eine leitende Verbindung zwischen Hochspannungskreis und Behandlungskreis auch im Falle eines Fehlers (Drahtbruch oder dgl.) nicht zustande kommen kann.

d) Etwa vorhandene niederfrequente Behandlungskreise für Galvanisation, Faradisation, Sinusstrombehandlung, Glühkaustik und Endoskopie sind im gleichen Maße vom Netz zu isolieren wie die hochfrequenten Behandlungskreise. Die Bestimmung des § 4 b) gilt für diese Kreise nicht.

§ 5.

Schutz gegen zufällige Berührung.

a) Unter Spannung stehende Teile und solche Teile, die Spannung annehmen können, müssen im Handbereich gegen zufällige Berührung geschützt sein.

b) Abdeckungen und Schutzverkleidungen müssen zuverlässig befestigt und dürfen nur mit Werkzeugen abnehmbar sein, falls nicht durch ihr Abnehmen alle inneren im Betrieb Spannung führenden und beim geöffneten Gerät zugänglichen Teile selbsttätig abgeschaltet werden.

§ 6.

Erdung, Nullung und Schutzschaltung.

a) Die Geräte müssen so gebaut sein, daß bei ihrer Inbetriebnahme alle der Berührung zugänglichen, nicht Spannung führenden leitfähigen Teile durch Erdung, Nullung oder Schutzschaltung gesichert sind. Diese Teile müssen miteinander und mit einer Anschlußstelle für die Schutzleitung leitend verbunden sein. Die Anschlußstelle für die Schutzleitung ist durch ⏚ zu kennzeichnen.

b) Erdung, Nullung oder Schutzschaltung ist als gesichert anzusehen:

1. bei Geräten mit festverlegter Schutzleitung,
2. bei Geräten mit fester Anschlußschnur, wenn die Schutzleitung in der Anschlußschnur liegt und die Anschlußschnur einen Stecker mit Schutzkontakt hat, der nur in Steckdosen mit Schutzkontakt eingeführt werden kann.

c) Erdung, Nullung oder Schutzschaltung ist nicht erforderlich, wenn

1. kein Punkt des Hochspannungs- oder Behandlungskreises betriebsmäßig zu erden ist [z. B. gemäß § 4 a) Abs. 2 oder § 4 c)],
2. keine berührbaren, leitfähigen Teile vorhanden sind, die Spannung annehmen können.

§ 7.

Mechanische und thermische Sicherheit.

a) Die Geräte müssen den im Betrieb auftretenden Beanspruchungen standhalten und so gebaut sein, daß eine Verletzung von Personen bei ordentlichen, d. h. ihrem ärztlichen Anwendungszwecke entsprechendem Gebrauch ausgeschlossen ist und keine für die Umgebung gefährliche Temperatur entstehen kann.

b) Teile, deren Berührung bei der Bedienung des Gerätes notwendig ist oder nicht leicht vermieden werden kann, dürfen keine höhere Temperatur als 35° über Raumtemperatur annehmen.

c) Isolierstoffe müssen hinsichtlich der Erwärmung den Angaben in VDE 0660 genügen.

d) In bezug auf Erwärmung müssen die Transformatoren VDE 0532 entsprechen.

e) Eine Begrenzung der Temperatur durch zuverlässig selbsttätig abschaltende Sicherungen oder dgl. ist zulässig.

f) Die Geräte müssen so gebaut sein, daß auch bei Leerlauf sowie bei Kurzschluß einzelner und aller Abnahmeklemmen keine leitende Verbindung zwischen Netzkreis und Hochspannungskreis einerseits und Behandlungskreis andererseits zustandekommen kann.

§ 8.

Spannungen.

a) Die Geräte müssen auch bei einer um ± 5% von der Nennspannung abweichenden Spannung gebrauchsfähig sein.

Geräte mit Angabe eines Nennspannungs- bzw. Nennanschlußbereiches müssen auch bei einer um + 5% von der oberen und — 5% von der unteren Spannungsgrenze abweichenden Spannung gebrauchsfähig sein.

2. Einzelteile.

§ 9.

Isolierteile.

a) Spannung führende Teile müssen auf ausreichend feuer- und wärmesicheren Isolierteilen von genügender mechanischer Festigkeit angebracht sein. Falls die Isolierteile nicht feuchtigkeitssicher sind, müssen sie noch besonders isoliert sein.

b) Die Träger Spannung führender Teile dürfen gegen benachbarte Metallteile nicht so weit verschiebbar sein, daß die Kriech- und Luftstrecken nach § 10 unterschritten werden.

§ 10.

Kriech- und Luftstrecken.

a) Nachstehend angegebene Kriech- und Luftstrecken dürfen nicht unterschritten werden:

	bis 250 V	bis 380 V
Kriechstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität des Netzkreises . .	4 mm	8 mm
Kriechstrecke zwischen Netzkreis und Metallgehäuse sowie der Berührung zugänglichen Stellen	4 mm	4 mm
Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität des Netzkreises . .	3 mm	6 mm
Luftstrecke zwischen Netzkreis und Metallgehäuse sowie der Berührung zugänglichen Stellen	4 mm	4 mm

b) Alle anderen Kriech- und Luftstrecken zwischen den einzelnen Kreisen müssen so gewählt sein, daß die Geräte die in §§ 21 bis 26 angegebenen Prüfungen aushalten.

§ 11.

Verbindungsstellen.

a) Werkstoffe, deren Oberflächenleitfähigkeit durch Oxydation merklich herabgesetzt wird (wie z. B. Aluminium), sind für elektrische Verbindungsstellen nur zulässig, wenn die Verbindungsstelle nicht nachteilig durch Oxydation beeinflußt werden kann.

b) Elektrische Verbindungsstellen müssen so ausgeführt sein, daß sie sich durch betriebsmäßige Erwärmung, Erschütterungen und Veränderung von Werkstoffen nicht lockern können.

c) Schrauben für elektrische Verbindungsstellen müssen aus Metall bestehen und in metallenes Muttergewinde eingreifen.

d) Beim Lösen Strom führender Verbindungsstellen dürfen Befestigungen von Geräteteilen, die nicht zur Stromführung dienen, nicht beeinträchtigt werden.

§ 12.

Innere Leitungen.

a) Innere Leitungen dürfen bei den auftretenden thermischen und mechanischen Beanspruchungen ihre Festigkeit und Kontaktfähigkeit nicht unzulässig ändern. Eiserne Verbindungsleitungen sind vor Rost zu schützen.

Biegsame Leitungen dürfen nicht so verschiebbar sein, daß Überschläge und ungewollte Verbindungen eintreten können.

§ 13.

Bedienungsteile.

a) Alle Schaltvorrichtungen müssen den einschlägigen VDE-Bestimmungen entsprechen und so eingebaut sein, daß sie bei Gebrauch mechanischen Beschädigungen nicht ausgesetzt sind.

b) Verwechselungen von Anschlußorganen, Schaltern und Reglern des Netzkreises mit solchen des Behandlungskreises muß durch unterschiedliche Ausbildung und deutliche Kennzeichnung vorgebeugt sein.

c) Bei Schaltern müssen die Ein- und Ausschaltstellungen sowie die Regelstellungen durch Wörter, Ziffern oder Zeichen eindeutig erkennbar und gewährleistet sein; bei Anwendung von Ziffern muß der höhere Wert der zu regelnden Größe durch die höhere Zahl, die Ausschaltstellung durch die Ziffer 0 gekennzeichnet werden.

Für Abstimmvorrichtungen, die als solche deutlich gekennzeichnet sind, gilt die obige Bestimmung nicht.

3. Anschlüsse und Zuleitungen.

§ 14.

Anschlußarten.

a) Folgende Anschlußarten sind zulässig:
für ortsfeste Geräte fest verlegte (ortsfeste) Leitung, für ortsveränderliche Geräte feste Anschlußschnur mit Wandstecker.

Anschluß durch eine Steckvorrichtung am Gerät ist nur zulässig bei Geräten, die § 6 c) entsprechen.

§ 15.

Zuleitungen.

a) Anschlußschnüre müssen VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen" entsprechen.

Digitized by Google

§ 16.

Ausführung fester Anschlüsse.

a) Der Anschluß der festverlegten Zuleitung sowie der festen Anschlußschnur an das Gerät oder an Geräteteile muß durch Verschraubung erfolgen.

b) Die Anschlußstellen der Zuleitung müssen äußerer Beschädigung, zu hoher Erwärmung und sonstigen schädlichen Einflüssen entzogen, mechanisch fest und gegen Lockerung und Berührung genügend geschützt sein.

c) Anschlußschnüre müssen an ihren beiden Enden von Zug entlastet, die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

Die Art der Ausführung der Zugentlastung muß leicht erkennbar sein. Nicht zulässig ist das Verknoten der Leitung in sich und das Festbinden der Leitung am Gerät oder Stecker.

Scharfe Kanten an den Einführungsstellen der Leitung in das Gerät müssen sowohl an Metall- wie an Isolierteilen vermieden sein.

d) Wird die Zuleitung durch ein Gelenk geführt, so muß sie in dem Gelenk gegen Verletzung besonders geschützt sein.

e) An den Anschlußenden mehrdrähtiger Leiter muß das Abspleißen einzelner Drähte zuverlässig verhindert sein.

f) Metallschläuche dürfen als Einführungsschutz nicht verwendet werden.

§ 17.

Wandstecker.

a) Für Wandstecker gelten die VDE-Bestimmungen und bei Ausführung nach Normen die jeweils gültigen DIN VDE-Normen[3]).

4. Aufschriften.

§ 18.

a) Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich ausgeführt sein.

b) Auf dem Gerät sind anzugeben:

Ursprungszeichen;
Nennspannung oder Nennspannungsbereich oder Nennanschlußbereich in V;
Nennstrom in A, wobei bei Vorhandensein eines Nennspannungsbereiches oder Nennanschlußbereiches die bei dem angegebenen Nennstrom vorhandene Spannung in V hinzuzufügen ist;
Stromart, wenn das Gerät nur für eine Stromart verwendbar ist;
Betriebszeit, falls nur kurzzeitiger Betrieb zulässig ist.

c) Am Gerät ist eine besondere Aufschrift anzubringen, die darauf hinweist, daß das Gehäuse nur nach Abtrennen der Zuleitung vom Netz geöffnet werden darf.

B. Prüfung.

§ 19.

Allgemeines.

a) Zu unterscheiden ist zwischen Modellprüfung (§§ 20 bis 23) und Stückprüfung (§ 24).

b) Die Modellprüfung hat den Zweck, die Konstruktion zu prüfen. Sie ist in der Reihenfolge der §§ 20 bis 22 durchzuführen. Dann müssen noch die Forderungen gemäß § 23 erfüllt sein.

c) Die Stückprüfung hat den Zweck, Werkstoff- und Ausführungsfehler festzustellen. Sie ist an jedem Gerät vorzunehmen.

1. Modellprüfung.

§ 20.

Kurzzeitige Leerlaufprüfung (Prüfung mit hochfrequenter Spannung).

a) Nach 24-stündigem Lagern in einem Raum mit einer Temperatur von 30 ± 2° und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% [siehe VDE 0720/1937, § 22 e)] müssen die Geräte im Leerlauf 5 min lang bei dem 1,1-fachen der höchsten Nennspannung — bei für höchste Behandlungsstromentnahme bei Nennspannung eingestelltem Gerät — eingeschaltet werden. Bei Geräten mit betriebsmäßig ungeerdetem Behandlungskreis ist bei der Prüfung jedesmal eine der Behandlungsklemmen an Erde zu legen. Bei Röhrengeräten wird die Heizspannung auf dem betriebsmäßig höchstzulässigen Wert gehalten.

b) Bei einer weiteren Prüfung unter den Bedingungen nach a) ist jedesmal eine der Behandlungsklemmen mit „Erde", die andere mit der Anschlußstelle für die Schutzleitung zu verbinden. Die Schutzleitung muß dabei vom Gerät abgetrennt sein.

c) Jede der Prüfungen nach a) und b) ist zweimal auszuführen. Bei Funkenstreckengeräten ist zwischen den einzelnen Prüfungen eine Pause zur Abkühlung der Funkenstrecken auf Raumtemperatur einzuschalten.

d) Bei Geräten, bei denen eine Abnahmeklemme des Behandlungskreises mit der Anschlußstelle für die Schutzleitung verbunden ist, ist nur je eine der Prüfungsarten nach a) und b) durchzuführen. Hat ein derartiges Gerät ein Metallgehäuse, das in leitender Verbindung mit der geerdeten Abnahmeklemme steht, so muß das Gerät bei den Prüfungen nicht nur isoliert, sondern so aufgestellt werden, daß seine Kapazität gegen Erde möglichst klein ist.

§ 21.

Kurzschlußprüfung.

a) Geräte mit Wellenlängen über 50 m müssen unter Verbindung der Abnahmeklemmen durch eine 3 m lange Anschlußschnur, die in einem Ring zusammengelegt ist, 5 min lang bei dem 1,05-fachen der höchsten Nennspannung eingeschaltet werden, wobei einmal die Regelorgane auf „schwach", ein zweites Mal auf „stark", ein drittes Mal etwa 10% unter „stark" einzustellen sind. Funkenstrecken sind zu diesem Zweck für höchste Behandlungsstromentnahme bei Nennspannung einzustellen.

Jede der drei Prüfungen ist, gegebenenfalls unter Einschalten von Pausen zur Abkühlung der Funkenstrecken auf Raumtemperatur, zweimal auszuführen.

Sind mehrere Klemmenpaare vorhanden, so muß jedes Klemmenpaar einzeln geprüft werden.

§ 22.

Dauerleerlaufprüfung.

a) Geräte für Dauerbetrieb (z. B. Diathermie) müssen im Leerlauf 10 h lang bei dem 1,05-fachen der höchsten Nennspannung — bei für höchste Spannung an den Abnahmeklemmen bei Nennspannung eingestelltem Gerät — eingeschaltet werden.

b) Bei Geräten (z. B. für Hochfrequenzchirurgie), auf deren Leistungsschild vermerkt ist, daß sie nur für kurzzeitigen Betrieb bestimmt sind, ist nur eine halbstündige Prüfung unter den Bedingungen nach a) durchzuführen.

c) Bei Geräten, die nur durch Schalter in Betrieb gesetzt werden können, die beim Aufhören ihrer Betätigung sofort oder mit einer Verzögerung von höchstens 10 s selbsttätig ausschalten, ist eine Prüfung von 5 min unter den Bedingungen nach a) durchzuführen.

§ 23.

Isolationsprüfung.

a) Nach 24-stündigem Lagern in einem Raum mit einer Temperatur von 30 ± 2° und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% [siehe § 22 e) von VDE 0720/1937] müssen die Geräte, ohne daß Durch- oder Überschlag eintritt, eine langsam gesteigerte Wechselspannung 1 min lang aushalten und zwar:

1. 1000 V zwischen dem Netzkreis einerseits und dem Behandlungskreis und Gehäuse andererseits;
2. die zweifache sekundäre Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators zwischen dem Hochspannungskreis einerseits und dem Netzkreis, dem Behandlungskreis und dem Gehäuse andererseits.

b) Ist der Behandlungskreis mit der Anschlußstelle für die Schutzleitung leitend verbunden, so kann die Prüfung zwischen dem Hochspannungskreis einerseits und dem Behandlungskreise und Gehäuse andererseits mit der einfachen sekundären Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators erfolgen.

c) Ist der Hochspannungskreis mit der Anschlußstelle für die Schutzleitung leitend verbunden und sind infolgedessen gemäß der Vorschrift des § 4 c) besondere Sicherungsvorkehrungen (Erdung eines Punktes des Behandlungskreises, Zwischenwand aus Isolierstoff oder dgl.) getroffen, so kann die Prüfung zwischen dem niederfrequenten Hochspannungskreis einerseits und dem Netzkreis, dem Behandlungskreis und dem Gehäuse andererseits mit der 1,5-fachen sekundären Leerlaufspannung des Niederfrequenztransformators durchgeführt werden. Es ist eine Prüfung mit Eigenerregung und entsprechend erhöhter Frequenz zulässig. Dabei kann eine als Hochfrequenzerzeuger dienende Elektronenröhre ungeheizt bleiben oder herausgenommen werden.

[3]) Hierfür kommen z. Z. in Frage:
VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I.",
VDE 0622 „Leitsätze für 2-polige Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt (Dosensteckvorrichtungen 250 V 10 A) für Erdung, Nullung oder Schutzschaltung",
VDE 0625 „Vorschriften für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnure 10 A 250 V für Hand- und Elektrowarmegeräte",
VDE 0626 „Vorschriften für 2-polige Gerätesteckdosen 10 A 250 V mit Schutzkontakt".

Digitized by Google

d) Bei Isoliergehäusen sind für die Spannungsprüfungen zum Gehäuse die Oberflächen des Gerätes mit Stanniol zu umwickeln.

e) Die zur Prüfung benutzte Stromquelle muß eine Leistung von mindestens 0,5 kVA haben.

f) Zwischen den Abnahmeklemmen sowie zwischen jeder Abnahmeklemme und dem Gehäuse oder Erde darf kein niederfrequenter Strom von mehr als 0,4 mA auftreten [§ 4 b)]. Diese Stromstärke darf auch nicht überschritten werden, wenn die Schutzleitung unterbrochen und eine der Netzleitungen geerdet ist [§ 4 a)]. Die Prüfung ist so durchzuführen, daß keine hochfrequenten Schwingungen entstehen.

2. Stückprüfung.

§ 24.

a) Geräte für Dauerbetrieb müssen nach einer Leerlaufprüfung von 10 min gemäß § 22 und einer Belastungsprüfung von 30 min unter betriebsmäßig vorkommenden Bedingungen, jedoch ohne Vorbehandlung, die Isolationsprüfung gemäß § 23 1 min lang aushalten.

b) Geräte, auf deren Leistungsschild vermerkt ist, daß sie nur für kurzzeitigen Betrieb bestimmt sind, müssen nach einer Leerlaufprüfung von 5 min gemäß § 22 und einer Belastungsprüfung von 10 min unter betriebsmäßig vorkommenden Bedingungen, jedoch ohne Vorbehandlung, die Isolationsprüfung gemäß § 23 1 min lang aushalten.

c) Geräte mit zeitlich begrenzter Einschaltmöglichkeit gemäß § 22 c) müssen nach einer Leerlaufprüfung von 1 min gemäß § 22 und 1 min dauernder Belastung unter betriebsmäßig vorkommenden Bedingungen, jedoch ohne Vorbehandlung, die Isolationsprüfung gemäß § 23 1 min lang aushalten.

Sitzungskalender.

Bezirk Ostpreußen, Königsberg Pr. 6. 9. (Mo), 20^{00}, Handelshochschule: „Probleme der Raum- und Materialersparnis in der Elektrotechnik". Dipl.-Ing. König.

Bezirk Ruhr-Lippe, Essen. 8. 9. (Mi), 20^{00}, Haus der Technik: „Überspannungsschutz für Niederspannungsnetze". Herr Maerkisch.

VERSCHIEDENES.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 3 (083. 133) (437)

Vorschriften des Elektrotechnicky Svaz Ceskoslovensky 1936. Autorisierte deutsche Übersetzung. Herausg. vom ESC. Prag. Mit VI u. 506 S. im Format A 5.

Anfang dieses Jahres erschien die 4. Auflage des tschechischen Vorschriftenbuches, dessen 1. Auflage im Jahre 1930 herausgegeben wurde. Der deutsche Leser wird sich von dem Inhalt und der Ausstattung des Buches am besten ein Bild machen können, wenn es mit der jetzt vorliegenden 21. Auflage des VDE-Vorschriftenbuches verglichen wird. Die Bestimmungen des ESC werden grundsätzlich nur als „Vorschriften" bezeichnet, nicht wie in Deutschland je nach ihrem Charakter als Vorschriften, Regeln, Leitsätze, Merkblätter, Richtlinien u. dgl. Der Charakter der Einzelbestimmung wird durch den Wortlaut festgelegt. Zu dem Vorschriftenbuch wird noch ein besonderer Band „Erläuterungen" herausgegeben, der praktische Beispiele zur Einführung der Vorschriften enthält. Anfragen über die Auslegung von Vorschriften werden im Vereinsorgan, dem „Elektrotechnicky Obzor" beantwortet, um hierdurch die Auslegungen der Allgemeinheit zugänglich zu machen. Außer den Vorschriften bestehen noch Normen, die entweder als CSN-ESC-Normen — entsprechend unseren DIN VDE-Normen — oder als einfache ESC-Normen herausgegeben werden.

Die Vorschriften sind in 15 Hauptabschnitte unterteilt, die mit römischen Ziffern aus der Reihe I bis XXII bezeichnet werden. Die einzelnen Paragraphen sind laufend durchbenummert von § 1000 bis § 22 599, die Tausender der Paragraphenziffer geben jeweils die Nummer des Hauptabschnittes an und die Zitierung einzelner Paragraphen wird dadurch verhältnismäßig einfach. Während bei den VDE-Vorschriften Wert darauf gelegt wird, daß jede einzelne Bestimmung in sich abgeschlossen ist, um dem Benutzer der Sonderdrucke die für ein bestimmtes Gebiet benötigten Bestimmungen vollständig in die Hand zu geben, sind in den tschechischen Vorschriften allgemein gültige Bestimmungen und Begriffserklärungen aus den Einzelvorschriften herausgezogen, so daß sich hierdurch innerhalb des Vorschriftenbuches Wiederholungen weitgehend vermeiden lassen. Während der Inhalt zahlreicher Vorschriften eine gute Übereinstimmung mit den entsprechenden VDE-Bestimmungen zeigt, liegen zum Teil auch beachtliche Abweichungen vor. Eine Reihe von VDE-Vorschriften findet im tschechischen Vorschriftenbuch keine Parallele, wie z. B. die Bestimmungen für Hochspannungsschaltgeräte, für Stromrichter und Isolierstoffe. Anderseits enthält das tschechische Vorschriftenbuch Abschnitte, die in Deutschland nicht vom VDE, sondern von anderen Körperschaften bearbeitet werden. So enthält beispielsweise der Abschnitt „Allgemeines" die Unterabschnitte: Einheitliche Terminologie, Grundeinheiten, Formelzeichen, Zeichnungen, Symbole, Kurzzeichen für Leitungen, Klemmenbezeichnungen, Grundgrößen, normale Stromsysteme und Spannungen. Hierzu gehören ferner die Abschnitte „Beleuchtung" sowie einzelne Unterabschnitte der „Besonderen Anlagen", wie z. B. Gebäudeblitzableiter u. dgl.

Außerhalb der Abteilung I, die die eigentlichen Vorschriften umfaßt, enthält das Vorschriftenbuch in Abteilung II einen umfangreichen Abschnitt „Benennungen", in dem die Begriffserklärungen der einzelnen Vorschriften in übersichtlicher Form zusammengestellt sind. Abteilung III „Verschiedenes" enthält das Verzeichnis der Normen des ESC (161 Normen in Blatt-, Plakat- oder Heftform sowie Normensammelbände), ein Verzeichnis der bisher erteilten Kontrollzeichen des ESC (entsprechend dem VDE-Zeichen) und eine Zusammenstellung der Fabrikzeichen tschechischer Firmen. Abteilung IV „Gesetze und Verordnungen" enthält alle Erlasse, die für die Elektrotechnik von Bedeutung sind. Im Anhang ist ein Sachverzeichnis von 35 Seiten Umfang, dreispaltiger Druck, das eine große Ähnlichkeit mit dem Sachverzeichnis des VDE-Vorschriftenbuches aufweist, sowie ein Inhaltsverzeichnis beigefügt. In dem 30 Seiten umfassenden Anzeigenteil sind die führenden Firmen der tschechischen Elektroindustrie vertreten.

Das Vorschriftenbuch des ESC erweckt den Eindruck einer geschlossenen einheitlichen Arbeit, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die Vorschriften verhältnismäßig spät entstanden sind und die bereits viele Jahre vorher bestehenden Vorschriften anderer Länder in vielen Fällen als Vorbild dienen konnten. Es bleibt nur noch hinzuzufügen, daß die Ausführung der deutschen Ausgabe des Buches in bezug auf Papier, Druck und Einband sowie in sprachlicher Hinsicht allen Anforderungen genügt und daß der Umfang des Textteiles trotz des reichen Inhalts durch Verwendung einer entsprechenden Schrift auf 506 Seiten begrenzt werden konnte. H. Wagner VDE.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. habil. Harald Müller, Berlin-Grunewald, Delbrück-Str. 23.
Dr.-Ing. H. Hasse, Berlin-Charlottenburg 1, Berliner Str. 57.
Dir. Dr.-Ing. E. Krohne, Berlin-Lichterfelde-West, Mommsen-Str. 14.
Dir. Dr.-Ing. Hermann Schulze, Auma i. Thür., Am Sophienbad.
Dir. Dipl.-Ing. W. Zschintzsch, Berlin-Zehlendorf-West, Lima-Str. 36.
Prof. Dr. C. Humburg, Hannover, Bischofsholerdamm 48.
Dir. Dr.-Ing. H. Meyer-Delius, Mannheim-Käfertal, BBC A.G.
Reg.-Baumeister Dipl.-Ing. A. Reinauer, Berlin-Zehlendorf, Schützallee 70
Dr.-Ing. habil. W. Fischer, Berlin-Zehlendorf-Mitte, Karolinenstr. 14.
Dr.-Ing. G. Lesch, Mannheim, Mollstr. 36.
Reichsbahnoberrat A. Schieb, Berlin, Großadmiral von Koester-Ufer 2—4, Reichsbahndirektion.
Prof. Dr.-Ing. habil. H. Schwenkhagen, Danzig-Langfuhr, Blumenstr. 8.
Prof. Dr.-Ing. W. Stäblein, Berlin-Hermsdorf, Freiherr vom Stein-Str. 6.
Reg.-Rat Dr. phil. G. Pfestorf, Berlin-Schlachtensee, Hubertusstr. 17.
Oberreg.-Baurat Dipl.-Ing. F. Polenz, Berlin-Siemensstadt, Schwiegersteig 5.
Postrat Dr. phil. F. Moench, Berlin-Schöneberg, Hauptstr. 161.
Prof. Dr. H. Faßbender, Berlin-Lichterfelde, Jägerndorfer Zeile 13.

Abschluß des Heftes: 27. August 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 9. September 1937 | Heft 36

Fortschritte und Erfahrungen bei elektrischen Antrieben von Druckmaschinen.

Von W. Puppe VDE, Leipzig.

621. 34 : 681. 62

*Übersicht**). Ausgehend von allgemeinen Antriebsfragen in Druckereibetrieben wird näher auf die Steuerung der elektrischen Antriebe und deren Sicherheitsschaltung eingegangen[1]). Der Beleuchtungsfrage ist ein besonderer Abschnitt gewidmet. Zum Schluß wird kurz die Wirtschaftlichkeit der elektrischen Betriebe behandelt.

Bei der Planung eines Druckmaschinenantriebes sind zu unterscheiden: Flachformmaschinen und Rundformmaschinen.

Flachformmaschinen sind solche Maschinen, bei denen die Druckform in einer Ebene liegt, also Tiegeldruckpressen, Haltzylindermaschinen, Eintouren- und Zweitourenmaschinen, Steindruck- und Zinkdruckmaschinen. Die Bedeutung dieser Maschinengattung für das graphische Gewerbe geht daraus hervor, daß die Deutsche Buchdrucker-Berufsgenossenschaft für das Jahr 1935 für die ihr angeschlossenen Betriebe insgesamt 40 590 Stück aufführt.

Rundformmaschinen sind solche, bei denen die Druckform, Platten oder Bleche, auf einen Zylinder aufgespannt werden, also Buchdruckrotationsmaschinen, Offsetbogen- und Offsetrotationsmaschinen, Tiefdruckbogen- und Tiefdruckrotationsmaschinen.

Nach einer Aufstellung der Berufsgenossenschaft laufen davon in Deutschland 2590 Stück.

Hierzu kommen noch die in großer Zahl vorhandenen Hilfsmaschinen, die in bezug auf Antriebe wenig Besonderheiten bieten.

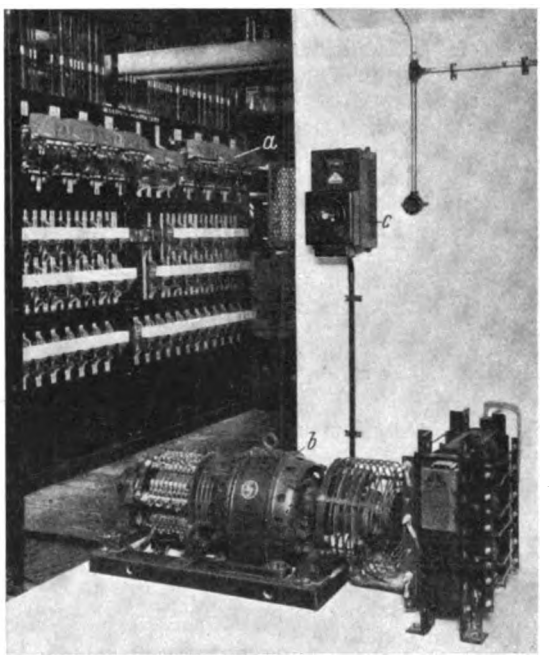
Die technische Brauchbarkeit eines Antriebes ist vor allen Dingen nach seinem Regelbereich zu beurteilen. Es wird heute verlangt als Mindestleistung:

für Flachformmaschinen eine Regelung von 40 bis 100 % der normalen Drehzahl oder ein Regelbereich 1 : 2,5;

bei Offset- und Bogen-Tiefdruckmaschinen eine Regelung von 20 bis 100 % der normalen Drehzahl oder ein Regelbereich von 1 : 5;

bei Zeitungsrotationsmaschinen eine Einziehgeschwindigkeit von etwa 2 % und eine Regelung in großen Intervallen bis 40 %, von da an in kleinen Intervallen bis 100 % der Höchstdrehzahl, also praktisch ein Regelbereich 1 : 50;

bei Illustrationsmaschinen eine feinstufige Regelung von 6 bis 100 %, also etwa ein Regelbereich 1 : 16.



a Schaltgerüst *b* Frequenzwandler mit Transformator *c* Schlupfregler

Abb. 1. Schaltraum eines vollselbsttätigen Illustrations-Rotationsmaschinenantriebes mit 4 Drehstromnebenschluß-Kommutatormotoren (erster Ausbau) und hilfsmotorloser Steuerung.

Die Elektrotechnik hat heute in allen Fällen die Möglichkeit zur restlosen Erfüllung dieser Forderung. Häufig steht aber der Kostenaufwand nicht im Verhältnis zum Maschinenwert. Einer besonderen Behandlung bedarf daher die Frage der Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung des Anschaffungspreises und des Stromverbrauches bei der Regelung. Es kann unter gewissen Voraussetzungen der teurere Antrieb im Betriebe wirtschaftlicher sein als der billigere und damit die höheren Anschaffungskosten rechtfertigen.

1. Antriebe von Flachformmaschinen.

Der bisher zu 90 % angewandte Antrieb mit Flachbahnregler für Handbetrieb und Hauptstromregelung wird immer seltener genommen. Dafür haben jetzt in der Hauptsache Aufnahme gefunden:

Für Tiegeldruckpressen und kleine Schnellpressen bis 2 PS Übersetzungswechsel durch Austausch von Riemenscheiben bei gleichbleiben-

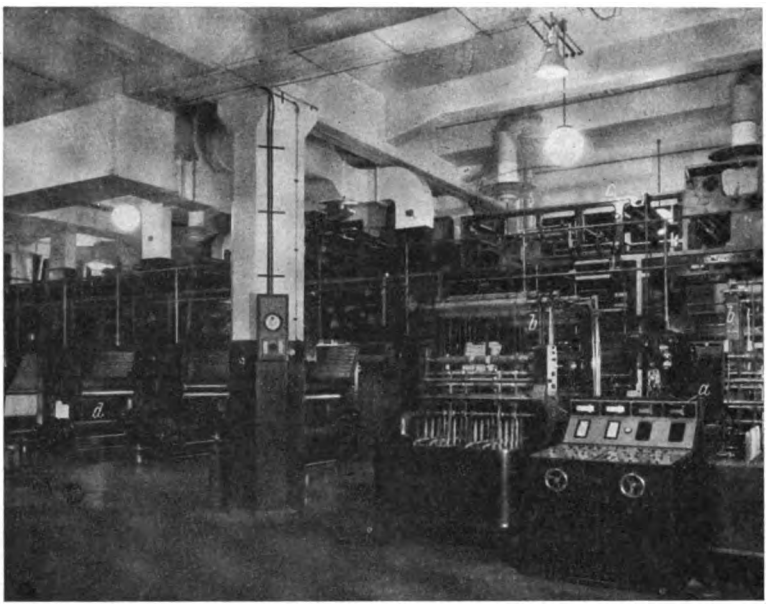
*) Nach einem in der Fachgruppe „Elektrische Antriebe und Industrieanlagen" des VDE-Bezirks Berlin-Brandenburg am 24. 4. 1936 gehaltenen Vortrag: „Fortschritte und neuere Erfahrungen bei elektrischen Einrichtungen von Druckereibetrieben". Ein Diskussionsbeitrag zu diesem Vortrag siehe S. 996 dieses Heftes.

[1]) Über Elektrowärme im Druckbetrieb, ETZ 57 (1936) S. 1155.

Digitized by Google

der Motordrehzahl (Gleichstromnebenschlußmotor oder Drehstromkurzschlußläufer). Die Riemenspannung wird durch eine Spannrolle ausgeglichen. Das Ein- und Ausschalten des Motors erfolgt durch Hand- oder Fußschalter oder durch Schütz mit Druckknopf.

Für große Schnellpressen und Zweitourenmaschinen mit einer Antriebsleistung bis zu 10 PS halbselbsttätige Steuerung mit Schütz und Steuerwalze. Das Schütz entlastet die ersten Kontakte der Walze von den Anlaufströmen und ermöglicht das Stillsetzen durch Druckknöpfe von verschiedenen Stellen der Maschine aus. Die Fortdruckgeschwindigkeit wird durch die Steuerwalze von Hand eingestellt.



a Kommandopult für vollselbsttätige Steuerung *b* Paketausleger *c* Falzapparat *d* Druckwerke

Abb. 2. Teilansicht einer Tiefdruck-Rotationsmaschine mit 9 Druckwerken, 4 Falzapparaten und 4 Rollensternen.

2. Antriebe von Offset- und Bogen-Tiefdruckmaschinen.

Der verlangte höhere Regelbereich bei gesteigerter Antriebsleistung bis 10 PS wird am zweckmäßigsten durch Gleichstrom- oder Drehstrom-Nebenschlußmotoren erreicht. Der hohe Anschaffungswert der Druckmaschine rechtfertigt die Anwendung der vollselbsttätigen Steuerung, bei der neben „Anlauf" und „Halt" auch die „Fortdruck"geschwindigkeit durch Druckknöpfe an verschiedenen Stellen der Maschine gesteuert wird. Ein Fußdruckknopf wird bei Arbeiten am Druckzylinder für kurzes Vorrücken benutzt; er läßt dem Drucker beide Hände frei. Für große Regelbereiche werden in neuerer Zeit auch stufenlos regelbare Kettengetriebe empfohlen.

3. Antriebe von Zeitungsrotationsmaschinen.

Druckmaschinen zur Herstellung von Tageszeitungen laufen praktisch immer in der Nähe der Höchstdrehzahl, für die sie gebaut sind. Die niederen Regelstufen werden nur für den Anlauf, höchstens einmal für den Andruck benötigt. Zum Einziehen des Papiers zwischen die Druck- und Papierleitwalzen wird eine besonders niedrige Einziehgeschwindigkeit benötigt, die bei etwa $^1/_{50}$ der Höchstdrehzahl liegt. Diese geringe Motordrehzahl ist weder mit dem Drehstrom-Asynchronmotor noch mit dem Gleichstrom-Nebenschlußmotor zu erreichen. Sie wird auch heute noch in den meisten Fällen durch einen Hilfsmotor mit Untersetzungsgetriebe und Überholungskupplung überbrückt.

4. Antriebe von Illustrationsmaschinen für Buch-, Offset- und Tiefdruck.

Bei derartigen Maschinen ist die Laufgeschwindigkeit abhängig von der verlangten Druckgüte, Papier, Farbe, Trocknung, Heft- und Falzart. Der Drucker verlangt daher in solchen Fällen eine feinstufige Reglung über den gesamten Drehzahlbereich bei verschiedenen Belastungen, die bis zu 50 % schwanken können. Die Höchstdruckzahlen solcher Maschinen liegen bei 15 000 Zylinderumdrehungen je Stunde (bei Zeitungsrotationsmaschinen bis zu 30 000 Zylinderumdrehungen je Stunde). Für Drehstrom ist der Drehstrom-Nebenschlußmotor am geeignetsten. Sein Regelbereich durch Bürstenverschiebung geht bis 1 : 12. Die darunter liegenden Drehzahlen werden entweder durch Hilfsmotor mit Getriebe und Überholungskupplung beherrscht oder in neuerer Zeit durch Betrieb des Kommutatormotors über einen Frequenzwandler. Abb. 1 stellt einen solchen Antrieb an einer Tiefdruck-Rotationsmaschine dar. Der Motor hat eine Leistung von 18 kW bei 1600 U/min. Er kann im Verhältnis von 1 : 10 durch Bürstenverschiebung und bis zu 1 : 16 durch Frequenzwandlung geregelt werden. Da das Drehmoment derartiger Maschinen sehr stark mit der Drehzahl abfällt, kann ein solcher Frequenzwandler sehr klein gewählt werden. Der abgebildete Umformer hat eine Leistung von 5 kVA, die einer Hauptmotorenleistung von 72 kW entspricht. Derartige hilfsmotorlose Antriebe sind für Gleichstrom in Deutschland bisher noch nicht ausgeführt worden, wenngleich sie bei Anwendung der Zu- und Gegenschaltung unter Verwendung von Drehzahlstabilisatoren technisch möglich erscheinen.

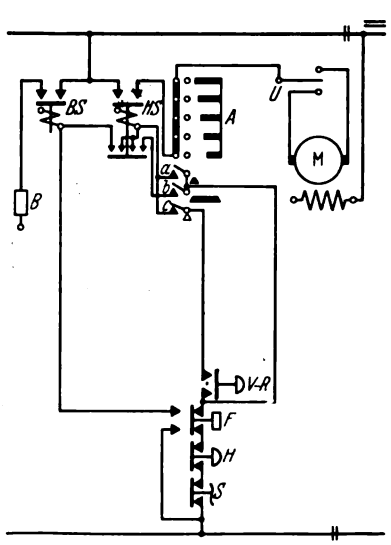


Abb. 3. Schnellpressenantrieb mit halbselbsttätiger Steuerung.

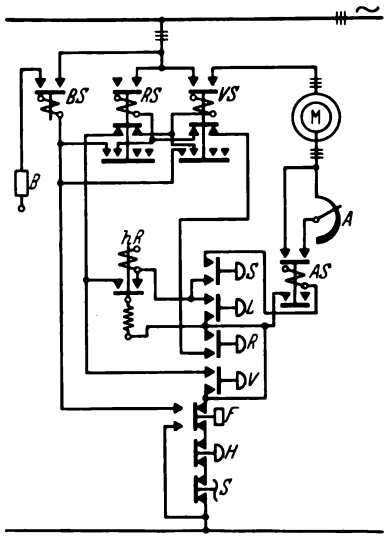
M	Hauptmotor
hM	Hilfsmotor
B	Bremslüfter
VM	Verstellmotor
HS	Hauptschütz
hS	Hilfsschütz
BS	Bremsschütz
RS	Rückwärtsschütz
VS	Vorwärtsschütz
SS	Schneller Schütz
LS	Langsamer Schütz
PS	Perioden-Umformer-Schütz
WS	Widerstandsschütz
AS	Anlaßschütz
hR	Hilfsrelais
U	Drehrichtungsumschalter
V	Vorwärts-Rücken
R	Rückwärts-Rücken
S	Steher
H	Halt
F	Fuß-Schalter
V	Handkurbelverriegelung
S	Schneller
L	Langsamer
a–g	Kontakte an Anlaßwalze
A	Anlaßwalze
FL	Fremdbelüftung

5. Steuerung.

Die Steuerung der Antriebe von Rotationsmaschinen erfolgt heute allgemein vollselbsttätig von den verschiedenen Bedienungsplätzen der Maschine aus. Vorzusehen sind folgende Kommandos: „Vorrücken" (Plattenwechsel),

Digitized by Google

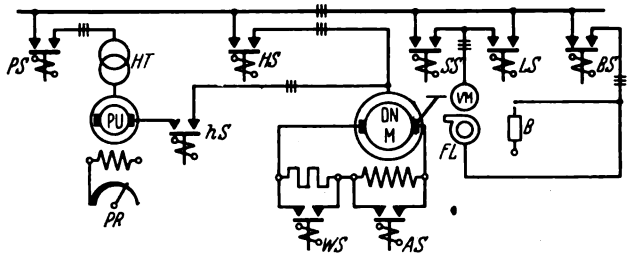
„Einziehen", „Langsamer", „Schneller", „Halt", „Sicher". Die Auflösung der Gruppenantriebe in Einzelantriebe und die Verwendung zahlreicher Steuermotore statt langer Gestänge bei solchen Maschinen mit einer Gesamtlänge von 30 bis 50 m vermehrt jedoch die Zahl der notwendigen Druckknöpfe, so daß deren Unterbringung an der Maschine selbst zu unübersichtlich wird. Außerdem wird die Leitungsführung immer schwieriger, so daß die Zusammenfassung sämtlicher Steuerorgane auf einem gemeinsamen Schaltpult zweckmäßiger ist.



Zeichenerklärung siehe Abb. 3

Abb. 4. Schnellpressenantrieb mit vollselbsttätiger Steuerung.

fangreichen Anlagen und die Sauberhaltung berücksichtigt. Die bisher übliche Unterbringung der Schaltgeräte in schmiedeeisernen Schränken bot zwar die Möglichkeit der Aufstellung in Maschinennähe, aber keine genügende Sicherheit gegen Verstaubung. Außerdem erschwerte diese Beschränkung auf kleinsten Raum das Erkennen von Störungen und die Vornahme von Ausbesserungsarbeiten.

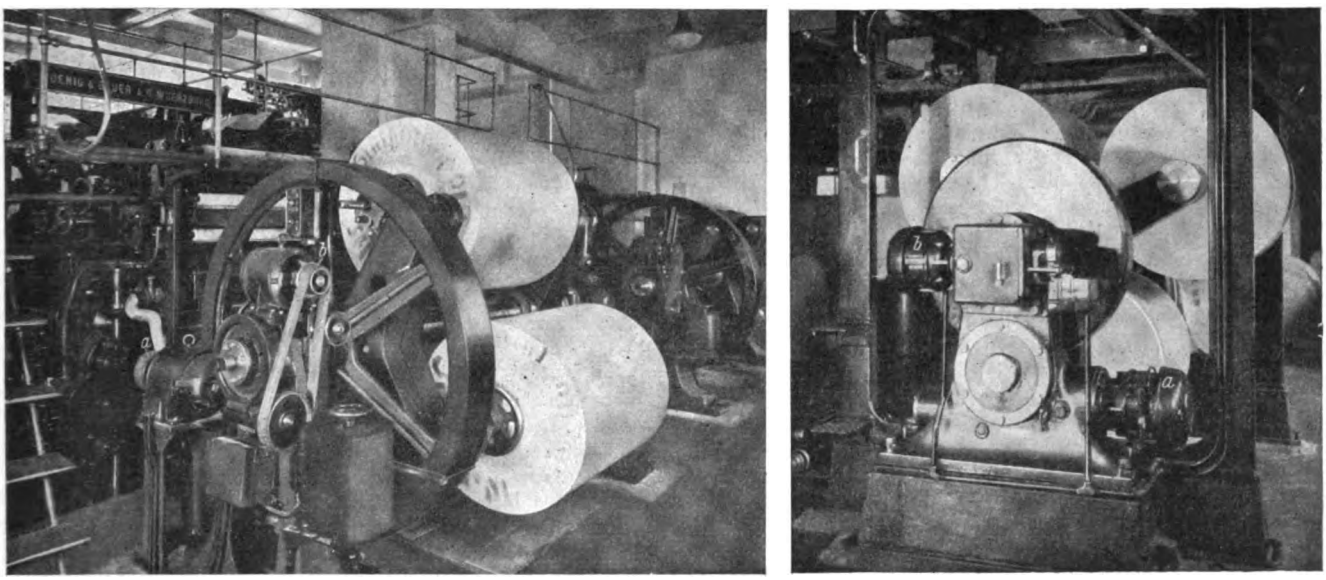


Zeichenerklärung siehe Abb. 3

Abb. 5. Grundsätzliche Anordnung eines vollselbsttätigen Rotationsmaschinenantriebes mit Drehstrom-Nebenschlußkommutatormotor ohne Hilfsmotor mit Frequenzwandlung.

6. Ausführung von selbsttätigen Schaltungen.

Die für den Antrieb von Druckmaschinen notwendigen Geräte und deren schaltungstechnische Anordnung sind aus den Abb. 3, 4 und 5 ersichtlich. Um die Darstellung nicht zu verwirren, sind in Abb. 4 nur die Steuerstromkreise gezeichnet und in Abb. 5 nur eine Zusammenstellung der für Antrieb und Steuerung erforderlichen Maschinen und Geräte. Die Verriegelungen der einzelnen Kommandos untereinander konnten nur angedeutet werden. Es kann also z. B. der Hauptmotor



a Rollenstern-Drehbewegung *b* Rollenstern-Seitenbewegung

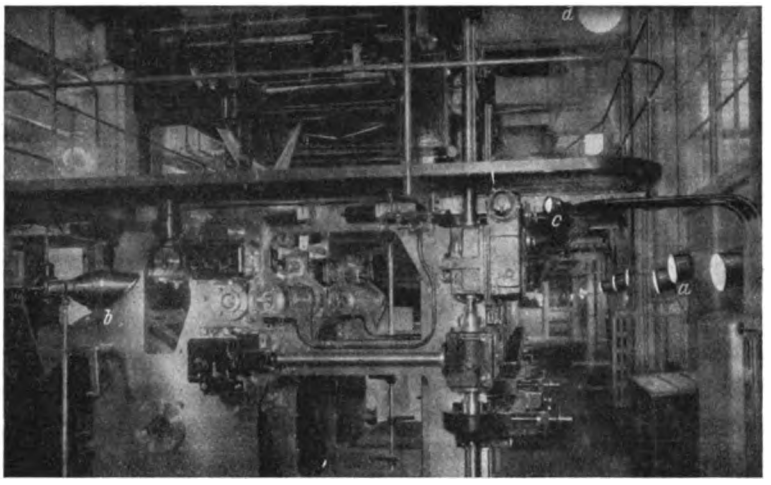
Abb. 6. Ältere und neuere Ausführung von Rollensternantrieben.

Abb. 2 zeigt die Ausführung eines solchen Kommandopultes für eine Tiefdruck-Rotationsmaschine mit rd. 90 Einzelantrieben. Die Ausführung der Steuerbefehle wird auf diesem Pult außerdem durch Lichtsignale kenntlich gemacht. Sämtliche Motoren werden mit Druckknöpfen und Schützen gesteuert, die Unterbringung aller Hauptstrom-Schaltgeräte erfolgt in einem Schaltraum, der unter Verschluß steht (s. Abb. 1). Auch bei der Ausführung dieses Schaltraumes wurden die neueren Erkenntnisse über Störungsbeseitigung bei derartig umnicht anlaufen, wenn nicht der Hilfsmotor die Maschine schon langsam bewegt. Beim Anfahren ohne Hilfsmotor besteht die Gefahr des Bruches von mechanischen Übertragungsgliedern, weil die großen, umlaufenden Massen zu rasch beschleunigt werden, oder die Papierbahn reißt infolge erhöhten Zuges. Ebenso kann der Verstellmotor für die Geschwindigkeit nicht eher aus seiner Anfangsstellung heraus in Betrieb gesetzt werden, als der Hauptmotor durch sein Schütz ans Netz gelegt ist. Weitere Verriegelungen dieser Art sind notwendig zwischen den

Digitized by Google

Schaltorganen für Bremse und Antrieb, für „Langsam" und „Schneller" usw.

Eine besondere Bedeutung haben die Sicherheitsschaltungen. Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und die Gefährdung der Maschinen durch Stopfer und Papierreißer verlangen über die ganze Maschine verteilte Vorrichtungen zum Stillsetzen. Die in Abb. 3 und 4 gezeichnete Ausführung, bei der die Schützspulen-Stromkreise durch eine große Zahl hintereinander geschalteter Unterbrechungsstellen stromlos gemacht werden, hat den Nachteil, daß ein einziger Fehler in dieser Leitung die Maschine stillsetzt. Dies ist um so bedenklicher, als die Einfachanordnung des Schaltbildes bei den heutigen Rotationsmaschinen meist in mehrfacher Form vorhanden ist. (Achtfachantriebe!) So hat die in Abb. 2 dargestellte Maschine insgesamt 34 Unterbrechungsstellen in Gestalt von Halteknöpfen, Sicherheitskupplungen, Photozellen als Papierreißschalter, Handkurbel-Verriegelungsschaltern. Es ist daher zweckmäßiger, sämtliche Halteknöpfe in Parallelschaltung auf ein besonderes Halterelais arbeiten zu lassen, das in doppelter Zahl vorzusehen ist, um auch noch Sicherheit beim Durchbrennen einer Schützspule zu haben.



a allseitig drehbare Scheinwerfer
b Standlampe mit Spiegel- und Tageslichtfilter
c Skalenbeleuchtung
d allgemeine Beleuchtung

Abb. 7. Beleuchtung von Druckmaschinen.

7. Mechanische Ausführung der Antriebe.

Der früher übliche Stirnradantrieb der Hauptmotoren für die Längswelle wird praktisch nicht mehr gebaut. Zur Verwendung gelangen geräuschlose Zahnkettentriebe oder in die Längswelle eingebaute Motoren. Der in anderen Industriezweigen schon längst bekannte Zusammenbau der Antriebe mit der Maschine wird jetzt immer mehr auch an Druckmaschinen durchgeführt.

Abb. 6 a zeigt einen Rollenstern aus dem Jahre 1929 mit Riementrieb und eingebauten handbetätigten Steuergeräten.

Abb. 6 b zeigt einen gleichen Antrieb aus dem Jahre 1934 mit Einbaugetriebemotoren und Fernsteuerung. Die Verwendung geschlossener Motoren bei dem neuen Antrieb verhindert Gefährdung der Maschinenbedienung und Verschmutzung.

8. Leitungsverlegung.

Die Schwierigkeit der Leitungsverlegung an großen Druckmaschinen wurde schon kurz gestreift. Da es heute noch kein Leitungsmaterial gibt, das neben hoher mechanischer Festigkeit gleichzeitig auch vollständig öl- und benzolsicher ist, müssen für die Verlegung besondere Gesichtspunkte beachtet werden:

a) Ölsichere kabelähnliche Leitungen dürfen nur an geschützten Stellen verlegt werden und sind mit guter Abdichtung in die Druckknopftafeln einzuführen,

b) für Leitungen im Bedienungs- und Fahrbereich ist nur Stahlpanzerrohr zu verlegen. Um das Eindringen von Öl zu verhindern, müssen sämtliche Verbindungsstellen abgedichtet werden. Außerdem werden die Leitungen zweckmäßigerweise auf Abstandsschellen verlegt. Sämtliche Gummidichtungen von Dosen, Winkelstücken und dergleichen müssen durch Klingerit ersetzt werden. Besonders sorgfältig müssen die Einführungen in Apparate abgedichtet werden.

c) Wenn irgend angängig, sind die Steuerleitungen von der Maschine fort in ein besonderes Steuerpult zu verlegen, das an geschützter Stelle steht und genügend fest gebaut werden kann. Damit ist sowohl die Gefahr des Eindringens von Öl als die der mechanischen Schädigung gebannt.

9. Maschinenbeleuchtung.

Bisher wurden innerhalb der Maschine, den Vorschriften entsprechend, gußeiserne Armaturen mit Glas und Korb verwendet, die an den Seitengestellen angeschraubt waren. Diese Art der Beleuchtung hat beträchtliche Nachteile. Sie ist ungenügend wegen der schlechten Lichtausbeute der Reflektoren und der Blendung der nackten Glühlampen, teuer wegen des starken Verschleißes an Glühlampen infolge der Maschinenerschütterungen, gefährlich, wenn infolge der ungenügenden Helligkeit noch Handlampen, bei denen Explosions- und Erschlußgefahr besteht, genommen werden müssen. Um die Haltbarkeit der Glühlampen zu erhöhen und das Auftreten hoher Berührungs - Spannungen zu vermeiden, wurden teilweise Kleinstspannungen, 24 V, eingeführt. Durch diese Maßnahme konnte aber die ungenügende Beleuchtung nicht verbessert werden. Man mußte im Gegenteil eine Verschlechterung in Kauf nehmen, da für Kleinstspannungen Glühlampen hoher Wattstärken nicht hergestellt werden.

Abb. 7 zeigt neue Lösungsmöglichkeiten. Allgemein werden nur Spiegelleuchten mit hoher Lichtausbeute und gerichteter Strahlung verwendet, bei denen Blendung durch vorgeschaltete Opal- oder Tageslichtscheiben vermieden ist. Diese müssen infolge ihrer Zerbrechlichkeit außerhalb der Maschine angebracht werden. Dies ermöglicht wiederum große Freizügigkeit in der Aufhängung. Die Scheinwerfer im Bild rechts sind nach allen Richtungen drehbar und können auf die zu bestrahlende Stelle eingestellt werden. Jeder ungewöhnliche Verschleiß an Glühlampen und Beleuchtungskörpern ist durch die Aufhängung außerhalb der Gefahrenzone unterbunden. Die Handlampen sind allgemein durch Standlampen mit Spiegeln ersetzt, die dem Drucker beide Hände freilassen und ein viel stärkeres Licht geben. Außerdem sind die unmittelbaren, bereits geschilderten Gefahren vermieden. Soweit Lampen unbedingt an der Maschine angebracht werden müssen, z. B. für Skalenbeleuchtung an regelbaren Getrieben, müssen sie federnd aufgehängt werden.

10. Anschaffungspreis und Wirtschaftlichkeit der Antriebe.

Die Beschaffung des für eine Druckmaschine zweckmäßigsten Antriebes scheitert häufig an der Kostenfrage, da z. B. eine vollselbsttätige Steuerung ungefähr das Doppelte einer Handsteuerung, ein stufenlos regelbarer An-

Digitized by Google

trieb mit Drehstrom-Nebenschlußmotor oder Getriebe etwa 50 % mehr kosten als der Antrieb durch einen Drehstrom-Schleifringmotor. Bei kleinen Tiegeldruck- und Schnellpressen spielt die Frage der Steuerung keine Rolle. Mit steigender Größe der Maschine wird es aber wichtig, daß sämtliche Kommandos von jedem Punkte der Maschine aus gegeben werden können. Nur so können Leerlaufzeiten und Werkstoffverluste, verbunden mit geringerer Erzeugung, vermieden werden. Wenn man berücksichtigt, daß bei neuesten Zeitungsmaschinen je Minute bis zu 500 m Papier durch die Maschine laufen, ist es einzusehen, daß jeder bemerkte Fehler sofort abgestellt werden muß, um Ausschuß zu vermeiden.

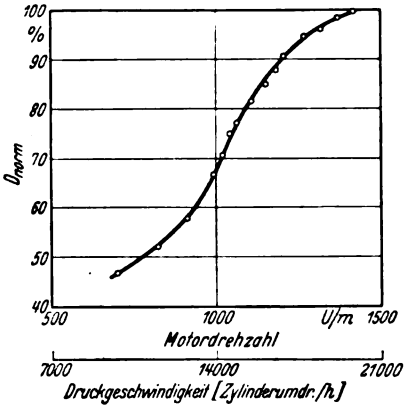
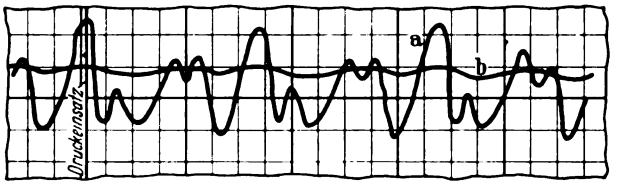


Abb. 8. Verlauf des Drehmomentes einer Zeitungsrotationsmaschine über der Motordrehzahl.

Die Beschaffung des teueren Antriebes durch Ersparnis im Stromverbrauch zu rechtfertigen, fällt bei Druckmaschinen aus folgenden Gründen schwer:

1. Der sich rechnerisch ergebende Stromverlust durch Widerstandsregelung wird wesentlich vermindert, weil bei Flachform- wie Rundformmaschinen das Drehmoment mit der Drehzahl fällt (Abb. 8). Die weiche Kennlinie *a* der im Hauptstrom geregelten Motoren, Abb. 9, paßt sich dem wechselnden Strombedarf der Flachformmaschine mit ihren hin- und hergehenden Massen besser an als die starre Kennlinie *b* der Drehstomnebenschlußmotoren und Regelgetriebe. Dadurch wird die kraftspeichernde Wirkung des schnellaufenden Schwungrades und der Luftpuffer bei *a* besser ausgenutzt als bei *b*.
2. Die vielfach vorgenommene Berechnung der Stromkosten auf 1000 Auflage sagt dem Drucker nichts, da seine Kalkulation auf der Maschinenstunde beruht, also bereits den erhöhten Aufwand für langsam zu druckende Arbeiten in sich schließt.

Wenn große Regelbereiche (siehe Einleitung) die Anwendung von Kommutatormotoren verlangen, spielen selbstverständlich diese Überlegungen keine Rolle.



a mit Drehstrom-Asynchronmotor und Widerstandsregelung
b mit Drehstrom-Kurzschlußläufermotor und Regelgetriebe

Abb. 9. Stromkurven bei Antrieb einer Flachformmaschine.

Der stufenlos zu regelnde Antrieb bietet aber außerdem folgende wertvolle Vorteile:

1. Die Zahl der Maschinenstunden je Auflage kann herabgemindert werden, da der Drucker in der Lage ist, stufenlos jede Drehzahl einzustellen, die Druck, Farbe und Papier verlangen. Mit Flachbahnanlassern und Kontaktwalzen sind nur Drehzahl s p r ü n g e möglich, die eine Herabsetzung der Leistungsfähigkeit bedingen.
2. Der Motor mit starrer Kennlinie zieht am Morgen bei kalten Lagern und starrer Farbe die Maschine mit der gleichen Geschwindigkeit durch wie am Abend. Die einmal eingestellte Geschwindigkeit ist also für die Schichtleistung maßgebend. Der hauptstromgeregelte Motor läuft auf demselben Kontakt bei hoher Belastung am Schichtanfang langsamer als bei Schichtschluß. Die vorgesehene Auflage wird also nur bei aufmerksamster Bedienung erreicht.
3. Maschinenaufenthalte, die häufig bei widerstandsgeregelten Antrieben dadurch entstehen, daß die vom Widerstand ausströmende Wärme die Farbe eintrocknet, werden vermieden.

Zusammenfassung.

Die Anforderungen an Antriebe neuzeitlicher Druckmaschinen werden aufgezeigt und ausgeführte Antriebe besprochen. Fragen des Stromverbrauchs und des Anschaffungspreises müssen hinter Fragen der technischen Brauchbarkeit zurückstehen. Die mechanische Ausführung der Antriebe führt immer mehr zur Elektromaschine. Öl- und beschädigungssichere Leitungsverlegung erhöht die Betriebssicherheit. Zweckentsprechende Beleuchtungsanlagen ermöglichen bessere Bedienung.

Modellversuche über Blitzeinschläge.

Von **Adolf Matthias VDE**, Berlin.

(Schluß von S. 930.)

551. 594. 22. 001. 5 : 621. 315 : 621. 316. 98

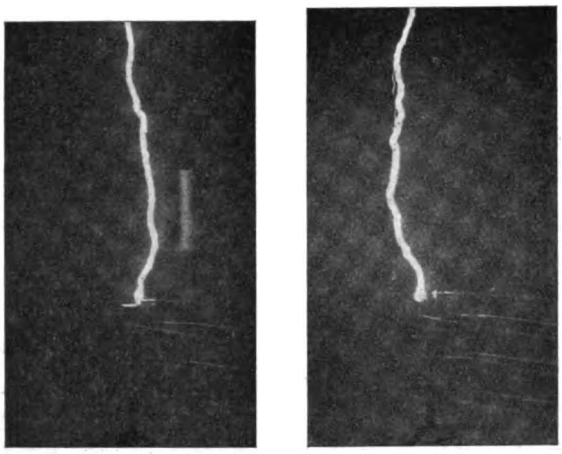
Einschlag in Freileitungen.

Von großer praktischer Bedeutung ist auch die Anwendung der beschriebenen Verfahren auf Hochspannungsfreileitungen mit Erdseil. Die erste Leitung, die wir untersuchten, war eine 100 kV-Doppelleitung in Tannenbaumanordnung mit einem Erdseil in der Mitte. Ein Mast von üblichen Abmessungen wurde im Maßstab 1 : 100 abgebildet, die Isolatoren durch Glasröhrchen ersetzt. Das Erdseil war beiderseits unmittelbar geerdet, jedes Ende der Leitungsseile über 500 Ω. Für die Höhe des Erdseils wurden zwei Fälle, 0,5 und 2,0 m über Traverse, untersucht. Die Masten standen in einer 10 cm dicken Sandschicht, mit der Grundwasserplatte leitend verbunden.

Blitzstöße wurden mit beiden Polaritäten auf die Leitung gegeben bei einer Steilheit von 300 kV/µs. Wenn der Blitz über der Leitungsmitte ankam, wurde nie ein Leiterseil getroffen, sondern je nach der Eintreffstelle der Mast oder im Spannfeld das Erdseil. Für Erdseilhöhe

Digitized by Google

0,5 m über Traverse zeigt Abb. 13 a den Einschlag eines positiven Blitzkopfes in den Mast, Abb. 13 b den eines negativen. Man erkennt in beiden Fällen Sprüherscheinungen an den Erdseilen, nicht aber an den Leiterseilen. Auch bei positivem Blitzkopf treten nur am Erdseil sichtbare Entladungserscheinungen auf.



a positiv b negativ

Abb. 13. Masteinschläge.

Anders ist es in dieser Beziehung, wenn der Blitz seitlich von der Leitungsmitte ankommt; bei 40 m seitlichem Abstand wurden außer dem Erdseil auch Leiterseile getroffen, und es war bemerkenswert, daß hierbei auch Sprüherscheinungen an den Leiterseilen vor dem Einschlag sich zeigten. Abb. 14 zeigt einen von der Seite kommenden Blitzschlag bei positivem Blitzkopf und 2,0 m Erdseilhöhe. Er hat als Mehrfachblitz gleichzeitig Erdseil und Leiterseil getroffen. Leiterseileinschläge kamen aber bei seitlichem Eintreffen nur im freien Felde vor. Der Mast mit seinen Auslegern zog auch bei seitlichem Eintreffen alle Blitze auf sich.

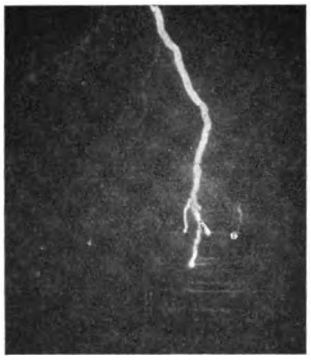


Abb. 14. Spannfeldeinschlag in Leiter und Erdseil.

Bei einer anderen Leitung, die untersucht wurde, lagen vier Leiterseile in einer Ebene nebeneinander. Vergleichsweise wurde die Leitung mit einem Erdseil in zwei verschiedenen Höhen oder mit zwei Erdseilen ausgerüstet. Es zeigte sich auch hier, daß nur bei seitlich niedergehenden Blitzschlägen Leiterseileinschläge vorkamen. Lag die Blitzspitze gegenüber dem äußeren Leiterseil unter einem Winkel von etwa 45 °, so gingen bei positiven Blitzen alle Schläge in dieses Leiterseil. Die Erhöhung des Erdseils von 2,1 m auf 3,6 m machte den Winkelbereich, in dem das eintrat, etwas schmaler, ohne die maximale Trefferzahl bei etwa 40 ° herabzusetzen. Bei negativem Blitzkopf kamen etwa 70 % Leiterseileinschläge vor, bei dem erhöhten Erdseil etwa 30 %, beides in einem Winkelbereich von ungefähr 35 bis 40 °. Dieselbe Leitung mit zwei Erdseilen verhielt sich auch bei seitlich eintreffenden Blitzen einwandfrei.

Aus der großen Zahl der photographischen Aufnahmen, welche bei dieser Leitung mit zwei Apparaten gemacht wurden, deren Achsen einen Winkel von etwa 70 ° miteinander bildeten, zeigt Abb. 15 einen besonders interessanten Einschlag bei positivem Blitzkopf und einem Eintreffwinkel von 42 °. Die beiden zusammengehörigen Bilder sind hier nebeneinandergestellt. Die Blitzbahn hat sich gegabelt, die beiden parallelen Äste gingen in dasselbe Leiterseil. Ein dritter schwächerer Einschlagkanal traf das Erdseil, das hier in der Mitte auf der Mastspitze lag. Sehr bemerkenswert sind die Büschel, welche dem Blitz aus dem am negativen Pol liegenden Leiterseil entgegenwachsen.

Eine weitere Leitung, die untersucht worden ist, ist in Abb. 16 im Modell dargestellt, das im Maßstabe 1 : 100 gefertigt war. Es sind auswechselbar zwei verschieden hohe Erdseile angebracht worden, im Modellbild sind sie auf beiden Seiten verschieden eingesetzt, natürlich nicht beim Versuch.

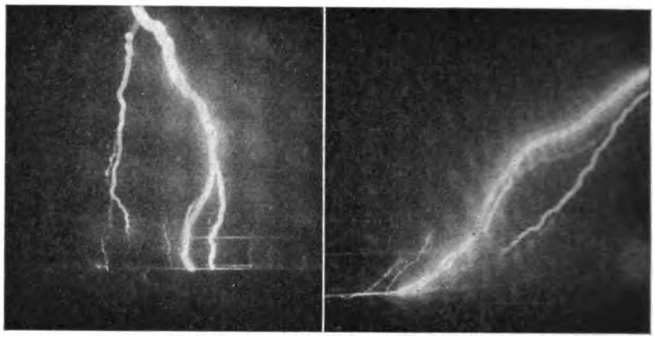


Abb. 15. Schräg einfallender, mehrfach gegabelter Blitz (positiv) trifft Leiter und Erdseil.

Bei den Versuchen an dieser Leitung wurde festgestellt, wieviel Prozent aller Schläge in Leiterseil, Erdseil und unmittelbar zur Erde gingen. Diese Untersuchung wurde wieder für verschiedene seitliche Lagen des Blitzkopfes gemacht, und der zugehörige Winkel der Verbindungslinie Blitzkopfspitze—äußeres Leiterseil gegen die Waagerechte wurde errechnet. In Abb. 17 ist die prozentische Verteilung der Einschläge auf Erdseil (E), Leiterseil (L), Sand (S) zu jedem Winkel aufgetragen, so daß man die prozentischen Trefferzahlen in Polarkoordinaten erhielt. Das obere Bild gilt für negativen Blitzkopf, das untere für positiven. Die verschieden hohen Erdseile sind für beide Polaritäten untersucht und im rechten und linken Quadranten einander gegenübergestellt. Das Bild zeigt, daß auch bei dieser Leitung bei schräg eintreffenden Blitzen noch Leiterseileinschläge vorkommen können. Die Höherlegung des Erdseils hat aber diesen Gefahrenbereich für beide Polaritäten sehr vermindert.

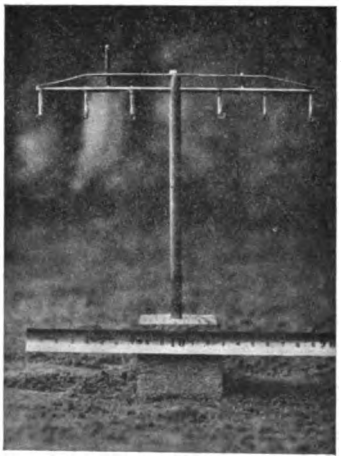


Abb. 16. Versuchsmodell einer Doppelleitung mit zwei Erdseilen.

Diese Darstellung gilt für Einschläge im Spannfeld. Ging der Blitz in der Nähe des Mastes nieder, so schlug er stets in ein Erdseil oder in Mastteile, ohne die Leiterseile zu treffen. Von den zahlreichen Aufnahmen an dieser Leitung kann wieder nur eine beschränkte Zahl wiedergegeben werden. Auch hier wurden die Aufnahmen mit zwei Apparaten gemacht. In Abb. 18 ist das hochgelegene Erdseil von einem positiven Blitzschlag getroffen worden, aus

Digitized by Google

dem interessanterweise zwei auseinandergespreizte Entladungsbahnen sich einander nähern. Beachtenswert sind an diesen Bildern die kräftigen negativen Büschel, die aus dem Erdseil herauswachsen, während die Leiterseile keine zeigen. Auch dieser Blitz kam, wie man am rechten Bilde, sieht, von der Seite, und zwar etwa unter 45°.

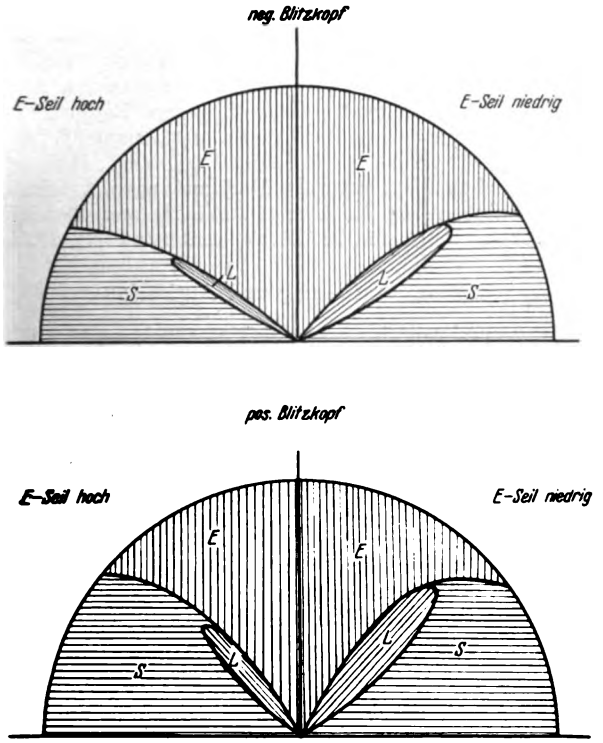


Abb. 17. Verteilung der Treffer bei seitlich ankommendem Blitz.

Bei entgegengesetzter Polarität wurden dagegen auch an den Leiterseilen kräftige Büschel beobachtet. Abb. 19 zeigt das sehr deutlich. Auf diesem Bilde sind allerdings ausnahmsweise zwei zeitlich nacheinander aufgetretene Blitzeinschläge, die in verschiedene Bahnen gingen, auf dieselbe Platte gebracht.

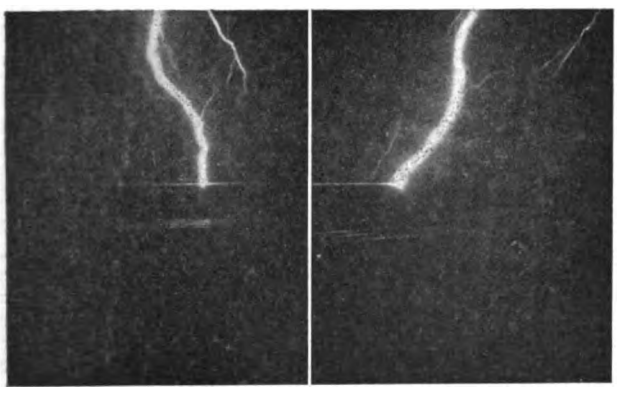


Abb. 18. Schräg einfallender positiver Blitz trifft das Erdseil.

Folgerungen aus den Ergebnissen.

Überblicken wir das Ergebnis der mitgeteilten Untersuchungen zunächst von allgemeinen Gesichtspunkten, so finden wir hier im kleinen manches bestätigt, was in der Natur im großen oft mehr oder weniger unsicher beobachtet oder geahnt worden ist. Die außerordentliche Vielfältigkeit der Verästelungen und sonstigen Eigentümlichkeiten der natürlichen Blitzbahnen, die man gelegentlich beobachten und photographisch festhalten konnte, die aber meist durch Überstrahlungen der genaueren Beobachtung verlorengingen, finden wir hier in überraschender Fülle wieder. Wir können sie in Ruhe systematisch studieren.

Schon lange haben wir eine starke Streuung der Einschläge vermutet und festgestellt; sie wurde aber in erster Linie als kurze Aufeinanderfolge von Teilentladungen gedeutet. Nun sehen wir sehr deutlich, daß außerdem gleichzeitig eine starke örtliche Streuung eintritt. Auch den längst vermuteten, rechnerisch schwer zu erfassenden Einfluß der Vorgänge im Untergrund haben wir durch systematische Versuche nachweisen und klären

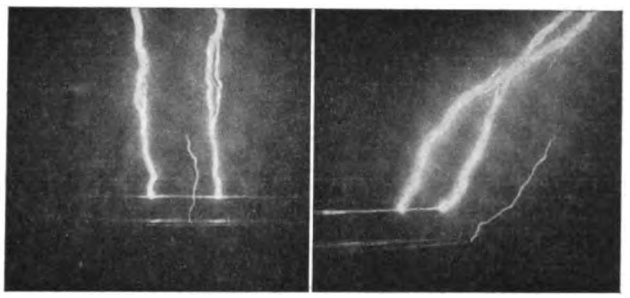


Abb. 19. Schräg einfallende negative Blitze treffen Erdseil und Leiter.

können. Alles das gibt ein starkes Vertrauen in die Naturähnlichkeit dieser Modellversuche. Suchen wir, was sie uns lehren, so können wir folgendes zusammenstellen:

Nicht in einzelnen eng begrenzten Strahlen wächst der Blitz vom Himmel zur Erde, sondern ein breites Büschel von feinverästelten Einzelkanälen senkt sich hernieder und sucht die Erdoberfläche nach Einschlagmöglichkeiten ab. Aus vielen Spitzen, Drähten und Kanten wachsen Entladungsbahnen von der Erde aus dem Blitz entgegen. Durch Zusammenwachsen beliebiger Einzelbahnen kann der eigentliche Blitz an irgendeiner Stelle, sogar an mehreren gleichzeitig, entstehen und dann zu hoher Stromstärke anwachsen.

Die auf der Erdseite sich bildenden Gegenentladungen sind für die Entstehung der endgültigen Einschlagstellen ausschlaggebend; die geometrische Gestaltung ist es nur insoweit, als sie die Bildung solcher Gegenentladungen begünstigt.

Gefährdung und Schutzwirkung sind unter diesem Gesichtspunkt einheitlich, jedoch mit entgegengesetzten Zielen zu betrachten. Eine primäre Forderung vom Standpunkt der Einschlagverhütung ist die Vermeidung von Spitzen an Stellen, die nicht getroffen werden sollen. Wir haben zwar gesehen, daß auch aus der nahezu glatten Ebene Gegenentladungen vorwachsen können, doch bilden dann wahrscheinlich auch kleine Unebenheiten den Ausgangspunkt. Doch das geschieht anscheinend erst im letzten Augenblick bei hoher Feldstärke.

Eine zweite Forderung ist es, unvermeidliche Spitzenwirkung durch noch wirksamere zu schützen. Das ist schwerer als der Schutz von Erhebungen, an denen Spitzenwirkung nicht zu erwarten ist. Schutzregeln, die ohne Beachtung dieser Gesichtspunkte aufgestellt sind, geben keine allgemein gültige Sicherheit. Modellversuche müssen mit möglichst genauer Abbildung auch von Einzelheiten und mit hoher Schlagzahl ausgeführt werden.

Gebäudeschutz.

Auf dem Gebiete des Gebäudeschutzes gibt es zwei mögliche Wege, über die gerade in letzter Zeit eifrige Erörterungen im Gange sind: Der Gebäudeblitzableiter und der Fernblitzableiter. Der Gebäudeblitzableiterbau bringt die Auffangvorrichtungen an den höchsten Stelien

Digitized by Google

der zu schützenden Bauwerke selbst an und gibt ihnen eine möglichst gute Ableitung zur Erde. Der Fernblitzableiterbau will die damit verbundenen Gefahren von den Gebäuden fernhalten durch Errichtung von besonderen möglichst hohen Ableitern in der Umgebung.

Die Entscheidung zwischen beiden braucht nicht ausschließlich zu erfolgen. Man sollte den zur Zeit viel empfohlenen Fernblitzableiter weder als Irrweg abtun noch zum Allheilmittel erklären. Seine folgerichtige Anwendung müßte aber folgende Voraussetzungen erfüllen: Die Abstände zwischen den Auffangstangen dürften nicht so groß sein, daß Blitzköpfe zwischen ihnen durchgreifen können, wobei die Gestaltung des Zwischenraumes beachtet werden muß. Zahlenwerte ohne sorgfältige Einzeluntersuchung anzugeben, scheint mir gewagt. Die günstigen Ergebnisse von Modellversuchen an glatten Ebenen auf diesen Fall zu übertragen, ist nicht zulässig. Die Heranziehung hoher Gebäude, z. B. Kirchtürme und Fabrikschornsteine, zu Fernblitzableitern, wäre sicherlich nützlich, aber allein kaum ausreichend. Die gleichmäßige Verteilung einer größeren Zahl von ziemlich hohen Stangen über ein ganzes Stadtgebiet wäre vielleicht technisch günstig, aber zumindest unschön, wahrscheinlich auch in mancherlei Beziehung störend.

Bei Einführung des Fernblitzableiterprinzips müßte man außerdem anstreben, alle nicht als Blitzableiter herangezogenen sonstigen Erhebungen, insbesondere Spitzen und Drähte, aus dem zu schützenden Gebiet zu entfernen. Eine dahingehende architektonische Bereinigung mancher Bauwerke würde vielleicht gar nicht übel sein, die folgerichtige Durchführung des Prinzips aber wohl doch wieder unbequem einengend.

Der bisherige Gebäudeblitzableiter geht den umgekehrten Weg. Er nutzt die vorhandenen Gebäudespitzen aus und ergänzt sie notfalls durch aufgesetzte Stangen. Der Schutz wird also so dicht wie möglich an die zu schützende Stelle herangebracht. Das bringt nun aber gleichzeitig wieder der Mangel mit sich, daß Blitzschläge unmittelbar an die zu schützenden Objekte herangezogen werden. Man muß also dafür sorgen, daß sie keinen Schaden anrichten, weder durch Seitenentladungen zu benachbarten Punkten noch durch Abspringen infolge schlechter Erdung. Die bisherige Praxis des Blitzableiterbaues hat gezeigt, daß das im allgemeinen erreichbar ist.

Es besteht daher kaum ein Anlaß, von dem bisherigen System im allgemeinen abzugehen. Im einzelnen ergeben sich noch mancherlei Verbesserungsmöglichkeiten in folgerichtiger Weiterentwicklung. Ich denke dabei an eine schärfere Unterscheidung zwischen zweckmäßig verteilten, nicht zu niedrigen Spitzen und flach gehaltenen, aber auch angeschlossenen sonstigen Metallteilen. Auch der an sich gesunde Grundgedanke des Fernblitzableiters könnte dabei im kleinen Anwendung finden. Z. B. könnte man daran denken, eine nicht zu lange Scheune durch genügend hohe Stangen auf den beiden Giebelwänden zu schützen, deren Erdleitungen außen möglichst kurz und frei zu guten Erdern geführt werden.

Das Prinzip des Fernblitzableiters wird im kleinen schon jetzt für Gebäude mit feuergefährlichem bzw. explosiblem Inhalt angewendet und wird für solche Zwecke auch wohl Bedeutung behalten, bei denen man unter allen Umständen vermeiden muß, die Blitzbahn unmittelbar an bestimmte Stellen heranzubringen.

Freileitungsschutz.

Die Richtlinien für die Weiterentwicklung des Freileitungsschutzes sind offensichtlich. Die hervorragende Schutzwirkung von Blitzschutzseilen an sich muß dazu führen, ihre Anwendung bis zum Vollschutz gegen Blitzeinschläge zu treiben. Die Höherlegung eines einzigen Blitzseiles ist in vielen Fällen sehr nützlich, im allgemeinen aber kaum ausreichend. Es ist noch nicht lange her, daß die Forderung nach zwei Erdseilen gewöhnlich als wirtschaftlich untragbar abgetan wurde. Dieser Standpunkt kann heute als überwunden gelten. Aber auch mit zwei Erdseilen allein scheint, wie wir gesehen haben, noch nicht alles getan zu sein. Es dürfte jedoch möglich sein, in systematischer Weiterarbeit die noch bestehende Lücke zu schließen, ohne auf drei Erdseile übergehen zu müssen.

Die Leiterseile hat man wegen der Rauhreifgefahren gegen früher reichlich weit auseinandergerückt; vielleicht kann man sie wieder etwas einander näherbringen in Angleichung der Sicherheitsfaktoren gegen Rauhreif und Blitz aneinander. Außerdem bleibt der Ausgleich durch geringeren Mastabstand in Rauhreifgebieten. Erfreulich ist die gute Schutzwirkung des Mastgestänges, welche den Hängeisolatoren zugute kommt und meines Erachtens deren Verwendung auch in Mittelspannungsnetzen fördern müßte.

Zusammenfassung und Ausblick.

Das Verfahren, das hier zur Untersuchung von Blitzeinschlägen in Modellanordnungen angegeben wird, verzichtet auf die Abbildung der Gewitterwolke. Es benutzt einen künstlichen, aus einer Stoßanlage gespeisten Blitzkopf. Die Berechtigung hierzu wird an Betrachtungen über die Entstehung der Blitze dargetan. Zur Untersuchung der an der Einschlagstelle entstehenden Entladungen wird das Abschneideverfahren in Verbindung mit photographischen Aufnahmen benutzt. So erhält man wertvolle Aufschlüsse über die Vorgänge an der Einschlagstelle und über den Nutzen von Schutzmaßnahmen, insbesondere Gebäudeschutz und Erdseile an Freileitungen.

Ich hoffe, daß meine Ausführungen die grundsätzliche Brauchbarkeit und Bedeutung der in meinem Institut angewendeten Verfahren zur Anstellung von Modellversuchen überzeugend dargetan haben. Auch die mitgeteilten Ergebnisse dürften in großen Zügen brauchbar sein, bedürfen aber noch der Nachprüfung mit höheren Spannungen. Wenn sich das Verfahren als einigermaßen unabhängig von der Spannung zeigt, dürfte es unter Anwendung genügend hoher Spannung dazu geeignet sein, mit sorgfältig hergestellten Modellanordnungen typische Fälle der Praxis experimentell auf ihre Blitzsicherheit zu untersuchen.

Außer meinen vorher genannten Mitarbeitern habe ich noch den Stellen zu danken, welche die Arbeiten durch ihre Unterstützung gefördert haben. Es sind dies der Bezirk Berlin-Brandenburg des VDE, die Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen und über den Ausschuß für Blitzableiterbau die I. G. Farbenindustrie AG. und der Verband privater Feuerversicherungsgesellschaften.

Eine neue dänische Kochplatte.

621. 365. 45. 027. 23 : 643. 33

In Dänemark hat man elektrische Kochplatten entwickelt, die mit einer Spannung von 10 bis 15 V betrieben werden und demnach einer besonderen Isolation nicht bedürfen[1]). Die Platte ist mit einem hitzebeständigen Überzug versehen, der beim Aufsetzen eines Metalltopfes ein Kurzschließen der einzelnen Teile der zickzackförmigen Plattenoberfläche verhindert. Im Innern des elektrischen Herdes ist ein Transformator eingebaut, der die Spannung von 110 oder 220 V auf 10 oder 15 V herabsetzt. Zur Wärmeregelung ist der Transformator auf der Sekundärseite angezapft, so daß der Platte verschiedene Spannung zugeführt werden kann. Die Platten werden zur Zeit gebaut mit 1 kW (14,6 cm Dmr.), 1½ kW (17,8 cm Dmr.) und 2½ kW (22 cm Dmr.). Die Anheizgeschwindigkeit der Platten entspricht etwa der einer normalen Gasflamme. Die Verwendung von Sonder-Kochgeschirr ist nicht nötig. *Mö.*

[1]) Electr. Rev., Sond. 120 (1937) S. 356.

Digitized by Google

Die Berechnung von Oberflächenkühlern für geschlossene, außenbelüftete Elektromotoren größerer Leistung.

Von Rudolf Schütte VDE, Berlin.

621. 313. 017. 7

Übersicht. An einem Beispiel wird gezeigt, wie sich mit Hilfe von Fluchtlinientafeln die Leistung von Oberflächenkühlern für geschlossene, außenbelüftete Maschinen vorausberechnen läßt. Die zur Anfertigung der Fluchtlinientafeln benutzten Gleichungen werden erläutert. Für das Beispiel ist der Rechnungsgang in die Tafeln eingezeichnet.

Bei geschlossenen, außenbelüfteten Elektromotoren größerer Leistung wird die Frage der Kühlung häufig so gelöst, daß man einen besonderen Oberflächenkühler auf das Motorgehäuse aufbaut, der zur Rückkühlung der Innenluft bestimmt ist. Dadurch wird die Verringerung der die Verlustwärme abgebenden Gehäuseoberfläche, die bei steigendem Durchmesser im Verhältnis zur Leistung und damit den Verlusten abnimmt, möglichst ausgeglichen.

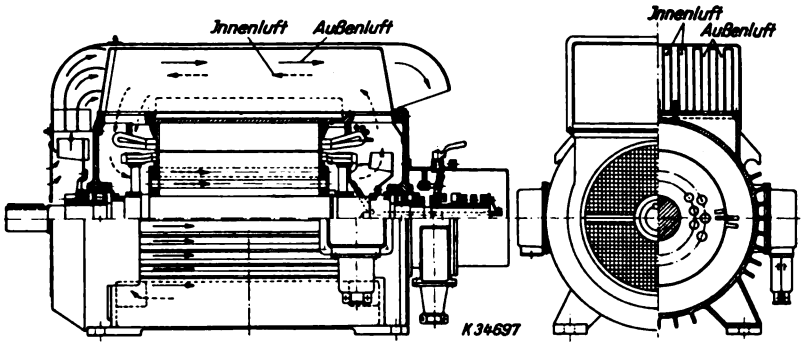


Abb. 1. Geschlossener Drehstrommotor mit Außenbelüftung, Oberflächenkühler und Anlaßläufer in ganz geschweißter Ausführung.

Wie aus Abb. 1 zu ersehen ist, bewegt ein besonderer auf der Welle befestigter Innenlüfter die sich nicht erneuernde Innenluft in einem Kreislauf. An den Wickelköpfen und beim Durchtritt durch die Läuferkanäle erwärmt sich die Innenluft und gibt dann die aufgenommene Wärme beim Durchströmen der von der Außenluft umspülten Kühlerkammern wieder ab.

Abb. 2. Geschlossener, außenbelüfteter Drehstrommotor 400 kW 1000 U/min, 5000 V. (Schleifringkappe und Kühlerschutzhaube abgenommen.)

Abb. 2 zeigt einen Drehstrommotor von 400 kW Leistung bei 5000 V und 1000 U/min in vollkommen geschweißter Ausführung mit abgenommener Kühlerschutzhaube und ohne Schleifringkappe.

Die Leistung eines Oberflächenkühlers läßt sich mit Hilfe der nachstehend beschriebenen Fluchtlinientafeln errechnen, wenn außer den Abmessungen folgende Werte bekannt sind:

1. Die Luftgeschwindigkeit der Innenluft im Kühler,
2. die Luftgeschwindigkeit der Außenluft im Kühler,
3. der Temperaturunterschied zwischen der Innenluft beim Eintritt in den Kühler und der Außenluft beim Austritt aus dem Kühler und
4. der der Bauform des Kühlers entsprechende, von Rietschel als Wirbelungsfaktor[1]) bezeichnete Zahlenfaktor.

Nach von Nusselt angestellten Versuchen über den Wärmeübergang in Rohren errechnet Richter[1]) die

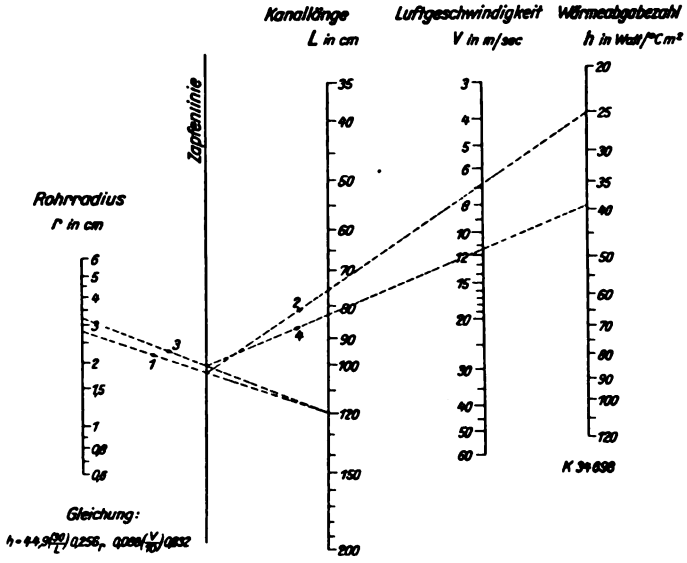


Abb. 3. Fluchtlinientafel I.

Wärmeabgabezahl der Kanalwandung an einen wirbelfreien Kühlluftstrom mit

$$h = 44{,}9 \left(\frac{30}{L}\right)^{0{,}256} r^{0{,}088} \left(\frac{v}{10}\right)^{0{,}832} \text{ in W/°C m}^2. \quad (1)$$

[1]) R. Richter, Elektrische Maschinen Bd. 1, S. 325/27; Berlin: Julius Springer 1924.

Digitized by Google

Darin sind einzusetzen:

L die Kanallänge in cm,
r der Rohrradius in cm,
v die mittlere über der kritischen liegende Luftgeschwindigkeit in m/s (also mind. 2 m/s).

Für von der Kreisform abweichende, aber allseitig von Luft umspülte rechteckige Kanalquerschnitte ist zu setzen

$$r = \frac{a \cdot b}{a + b} \text{ in cm}, \qquad (2)$$

wobei a die Kanalbreite und b die Kanalhöhe bedeuten.

In dem Zahlenfaktor 44,9 der Gl. (1) sind Wärmeleitfähigkeit, spezifisches Gewicht und spezifische Wärme bei konstantem Druck für

$$\frac{\text{Kanalinnentemperatur} + \text{Raumtemperatur}}{2} = 40\,^\circ\text{C}$$

enthalten. Bei Abweichungen um $\pm 15\,^\circ$C ändert sich dieser Wert um etwa $\pm 3\,\%$. Die Gl. (1) ist in der Fluchtlinientafel I (Abb. 3) dargestellt.

Beim Wärmeaustausch zwischen zwei strömenden Flüssigkeiten durch eine Wand ist die Wärmedurchgangszahl[2]).

$$H = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2}} \text{ in W/}^\circ\text{C m}^2. \qquad (3)$$

Der Wärmedurchgangswiderstand der dünnen Kühlerwand ist veranchlässigt, da er gegen die Werte $1/h_1$ und $1/h_2$ verschwindend klein ist.

Es betragen die von einem Kühler bei wirbelfreiem Luftstrom abgegebenen Leistungen

$$N' = H F (t_1 - t_2) \times 10^{-3} \text{ in kW} \qquad (4)$$

und die tatsächlich abgegebene Leistung

$$N = w N' \text{ in kW}. \qquad (5)$$

In den Gl. (3) und (4) bedeuten

h_1 die Wärmeabgabezahl der Innenluft an die Kühlerwand in W/° C m²,

h_2 die Wärmeabgabezahl der Kühlerwand an die Außenluft in W/° C m²,

F die gesamte Kühleroberfläche in m²,

t_1 die Temperatur der Innenluft beim Eintritt in den Kühler in ° C,

t_2 die Temperatur der Außenluft beim Austritt aus dem Kühler in ° C,

w der Wirbelungsfaktor.

Die Gl. (3), (4) und (5) sind in der Fluchtlinientafel II (Abb. 4) dargestellt, wobei entsprechend dem Ergebnis der nachfolgenden Rechnung $w = 1{,}9$ gewählt ist.

Ein auf einem Motor aufgebauter Kühler besteht aus einer größeren Anzahl einzelner Kanäle (a_1 b_1) für den Durchgang der Innenluft. Für diese Kanäle ist der Rohrradius r_1 nach Gl. (2) zu errechnen. Bei gegebener Kühlerlänge L und bekannter innerer Luftgeschwindigkeit v_1 bestimmt man mit Hilfe der Fluchtlinientafel I die Wärmeabgabezahl h_1.

Wie aus Abb. 5 ersichtlich, kann man den Durchgangsraum der Kühleraußenluft gleichfalls in eine gleiche Anzahl Kanäle a_2 b_2 unterteilen zur Errechnung von r_2 nach Gl. (2) und Bestimmung von h_2 nach Tafel I.

Mittels der Fluchtlinientafel II lassen sich aus h_1 und h_2 der Wert H und bei gegebener Kühleroberfläche F für einen bestimmten Wert $t_1 - t_2$ die Leistung des Kühlers N' und für einen bestimmten Wirbelungsfaktor auch die wirkliche Leistung N in kW ermitteln.

Die folgende Rechnung bzw. Nachrechnung des Kühlers eines 350 kW-Drehstrommotors, an dem eingehende Messungen gemacht wurden, dient zugleich der Errechnung des Wirbelungsfaktors.

Abmessungen des Kühlers:

$L = 120$ cm, $a_1 = 3{,}2$ cm, $b_1 = 31$ cm,
$F = 8{,}8$ m², $a_2 = 3{,}5$ cm, $b_2 = 33$ cm.

Gemessene und aus Messungen errechnete Werte:

$V_1 = 38{,}7$ m³/min, $v_1 = 6{,}7$ m/s,
$V_2 = 87$ m³/min, $v_2 = 11{,}2$ m/s,
$t_1 - t_2 = 40\,^\circ$C.

Nach Gl. (2) ist $r_1 = \frac{3{,}2 \cdot 31}{3{,}2 + 31} = 2{,}9$ cm und $r_2 = \frac{3{,}5 \cdot 33}{3{,}5 + 33} = 3{,}15$ cm. Auf Tafel I verbindet man $r_1 = 2{,}9$ mit $L = 120$ durch Linie *1* und deren Schnittpunkt mit der Zapfenlinie mit $v_1 = 6{,}7$ durch Linie *2*. Die Verlängerung der Linie *2* ergibt im Schnittpunkt mit der h-Skala den Wert $h_1 = 25$. Auf die gleiche Weise erhält man mit $r_2 = 3{,}15$, $L = 120$ und $v_2 = 11{,}2$ durch den Linienzug *3* und *4* den Wert für $h_2 = 39$.

$h_1 = 25$ und $h_2 = 39$ werden auf die Tafel II übertragen, ihre Verbindungslinie *5* ergibt den Wert $H = 15{,}5$, der wiederum mit dem Wert $F = 8{,}8$ durch die Linie *6* zu verbinden ist. Von deren Schnittpunkt mit der Zapfenlinie wird Linie *7* zu $t_1 - t_2 = 40$ gezogen, wo im Schnittpunkt auf der N-Skala der Wert für $N' = 5{,}4$ kW als Leistung des Kühlers bei wirbelfreiem Luftstrom gefunden ist.

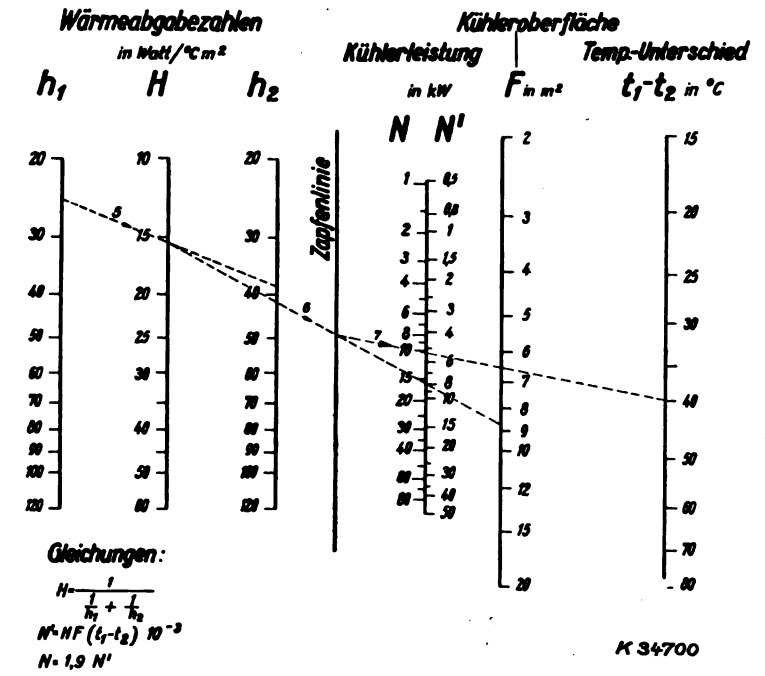


Abb. 4. Fluchtlinientafel II.

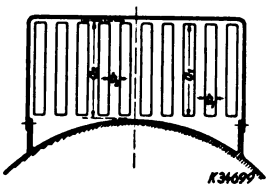


Abb. 5. Schnitt durch einen Oberflächenkühler.

Die Kühleraußenluft erwärmte sich beim Durchgang um 7 ° C. Es wurde berücksichtigt, daß die Außenluft bereits vor dem Eintritt in den Kühler durch die Lüfterreibung um 1,5 ° C erwärmt war. Die in der Luftmenge V_2 abgeführte Leistung beträgt[3]):

$$N = 1{,}1 \frac{V}{60} \Delta t = 1{,}1 \frac{87}{60} \cdot 7 = 11{,}1 \text{ kW}.$$

Diese Leistung ist zu kürzen um die Strahlung N_s und die Konvektion N_k der unterhalb des Kühlers lie-

[2]) Gröber, Grundsätze der Wärmeleitung, S. 220, Berlin: J. Springer 1921.

[3]) Wie Fußnote 1, S. 323.

Digitized by Google

genden etwa 0,6 m² großen Gehäuseoberfläche. Nimmt man hier eine mittlere Luftgeschwindigkeit von 7 m/s und ein Temperaturgefälle von rd. 30 ° C an, so beträgt nach Richter[4])

$$N_s = 6 \cdot F \Delta t \cdot 10^{-3} = 6 \cdot 0{,}6 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0{,}107 \text{ kW}$$

und

$$N_k = 7{,}14\, v^{0{,}78} F \Delta t \cdot 10^{-3} = 7{,}14 \cdot 7^{0{,}78} \cdot 0{,}6 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0{,}590 \text{ kW}$$

zusammen rd. 0,7 kW.

Der Kühler leistet also nach Messung $11{,}1 - 0{,}7 = 10{,}4$ kW, und der Wirbelungsfaktor w beträgt $\frac{10{,}4}{5{,}4} = 1{,}93$ rund 1,9.

[4]) Wie Fußnote 1, S. 314, 319.

Weicht ein Oberflächenkühler in Form und Aufbau wesentlich von dem hier nachgerechneten ab, dann gilt der Wirbelungsfaktor 1,9 nur als Näherungswert und ist durch Messungen nachzuprüfen.

Zusammenfassung.

Auf Grund der an einem 350 kW-Drehstrommotor durchgeführten Messungen wurde für eine bewährte Kühlerform ein Wirbelungsfaktor von 1,9 ermittelt. Dieser Faktor gestattet nunmehr, unmittelbar auf geschlossene, außenbelüftete Motoren aufgebaute Oberflächenkühler ähnlicher Bauart mit genügender Genauigkeit vorauszuberechnen.

Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb*).

Von **Erich Schulze VDE**, Berlin.

(Schluß von S. 925.)

621. 314. 65. 004. 12

b) Oberwelligkeit und Fernsprechformfaktoren der Drehstrom-Netzspannung. Rückwirkung des Gleichrichters auf das 10 kV-Netz. — Die Oberwelligkeit und die Fernsprechformfaktoren der Drehstrom-Netzspannung bei verschiedener Gleichrichterlast zeigt Abb. 13.

Die Oberwelligkeit hat Werte von

$$w_{obj} = 1{,}8 \text{ bis } 2{,}0\,\%$$

und ist praktisch unabhängig von der Gleichrichterbelastung.

Der Gleichrichter ruft offenbar keine Ausgleichvorgänge (Schwingungen) im speisenden Drehstromnetz hervor (vgl. Oszillogramme Abb. 11).

Die 10 kV-Spannung enthält hauptsächlich die 5. Oberwelle. An natürlichen Oberwellen, d. h. ohne Einfluß der Gleichrichterbelastung, sind außerdem noch Oberwellen höherer Ordnungszahl, insbesondere die 23. Oberwelle, vorhanden (vgl. Abb. 11). Dieser natürlichen 23. Oberwelle überlagert sich bei belastetem Gleichrichter u. a. eine Spannungsoberwelle gleicher Ordnungszahl, die als Spannungsabfall der 23. Oberwelle des Primärstromes in dem Netzblindwiderstand auftritt. Die Phasenlage zwischen den beiden 23. Oberwellen ändert sich mit der Gleichrichterlast, weil die Überlappung eine Phasennacheilung des Stromes gegenüber der Spannung bewirkt. Die resultierende 23. Spannungsoberwelle steigt hierdurch mit anwachsender Gleichrichterlast zunächst an auf einen Höchstwert (bei etwa 1000 A), fällt dann wieder ab bis auf einen Kleinstwert (bei ungefähr 2600 A) und nimmt schließlich nach Vollast (4000 A) hin wieder erheblich zu. Die stark veränderliche 23. Spannungsoberwelle macht sich in der gemessenen Oberwelligkeit (Effektivwert sämtlicher Oberwellen) kaum, dagegen in den Störspannungen wegen ihres starken Störgewichtes erheblich bemerkbar. Der Anteil der 23. Oberwelle ist schon in den Oszillogrammen der 10 kV-Spannung einwandfrei zu sehen, besonders deutlich aber in den Oszillogrammen ihrer Oberwellen (u_0) zu erkennen (vgl. Abb. 11). Die Meßergebnisse des 1. Versuchstages wurden durch die an einem 2. Versuchstag wiederholten Messungen vollauf bestätigt.

Die Fernsprechformfaktoren sind stark veränderlich und betragen

$$f_{u_0} = 0{,}9 \text{ bis } 1{,}9\,\% \qquad f_{u_c} = 0{,}8 \text{ bis } 2{,}3\,\%,$$

wobei die niedrigen Werte sehr kleiner und mittlerer Belastung des Gleichrichters, die hohen Werte etwa ¼-Last und Vollast zugeordnet sind (vgl. Abb. 13).

*) Aussprache zum Vortrag siehe S. 997 d. Heftes.

Die Störspannung für frequenzproportionale Ankopplung (f_{u_c}) ist hierbei stärker veränderlich als die Störspannung für frequenzunabhängige Ankopplung (f_{u_0}) weil sich vorwiegend die 23. Oberwelle mit großem Störgewicht verstärkt bzw. abschwächt.

Der gesetzmäßige Verlauf der Störspannungen ist an beiden Versuchstagen praktisch der gleiche; er ist bedingt durch die natürlichen Netzoberwellen und kann sich daher zu anderen Tageszeiten mit dem Schalt- und Belastungszustand des 10 kV-Netzes erheblich ändern.

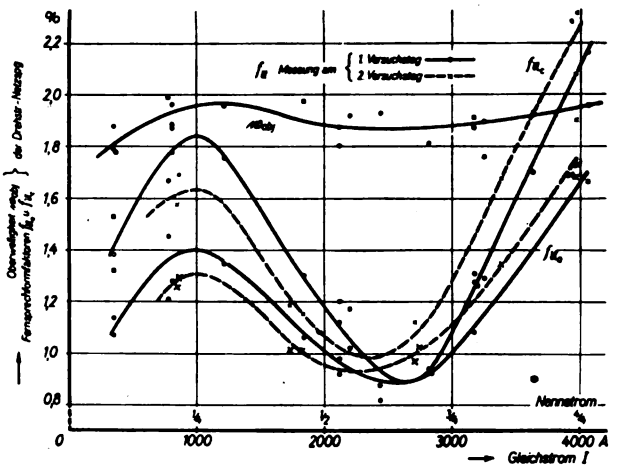


Abb. 13. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 2. Oberwelligkeit und Fernsprechformfaktoren der Drehstrom-Netzspannung.

Der Gleichrichter Nr. 2 übt in starkstromtechnischer Hinsicht keine Rückwirkung auf das speisende Drehstromnetz aus.

In schwachstromtechnischer Hinsicht ist eine gewisse Rückwirkung auf das 10 kV-Netz vorhanden. Diese Rückwirkung hat jedoch im Gegensatz zu der starkstromtechnischen Rückwirkung mit dem Verhältnis der Gleichrichterleistung zur Netznennleistung praktisch nichts zu tun.

c) Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung. — Die Gleichspannung enthält außer der 12. und 24. Oberwelle noch andere Oberwellen, insbesondere die 6. und 18. Oberwelle entsprechend dem teilweise vorhandenen Sechsphasenbetrieb (vgl. Zahlentafel 2).

Digitized by Google

Die Welligkeit und die Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung sind bei verschiedener Gleichrichterlast in Abb. 14 dargestellt.

Die Welligkeit der Gleichspannung beträgt

$$w_{obj} = 1{,}8 \text{ bis } 2{,}2\,\%$$

und ist ziemlich unabhängig von der Gleichrichterbelastung.

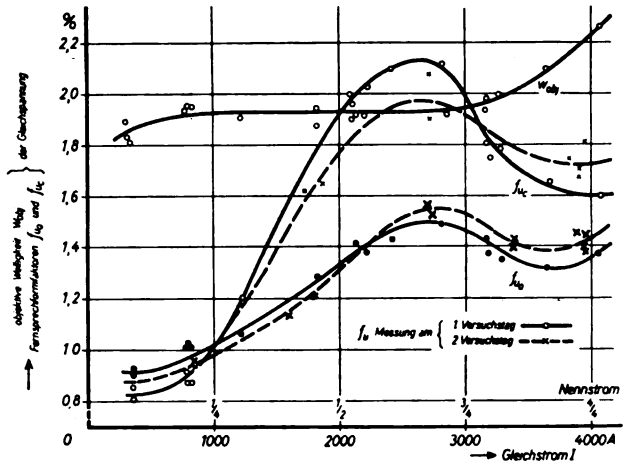


Abb. 14. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 2. Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung bei verschiedener Gleichrichterlast.

Die Fernsprechformfaktoren haben Werte von

$$f_{U_0} = 0{,}9 \text{ bis } 1{,}5\,\% \qquad f_{U_c} = 0{,}8 \text{ bis } 2{,}1\,\%;$$

sie steigen im mittleren Belastungsbereich infolge der zunehmenden Zündverzerrung und Überlappung des Gleichrichters erheblich an.

C. Gleichrichter Nr. 3.

a) Arbeiten im Zwölfphasenbetrieb. — Der Primärstrom des Gleichrichters stimmt mit der theoretischen Kurvenform in Abb. 15 sehr gut überein; der

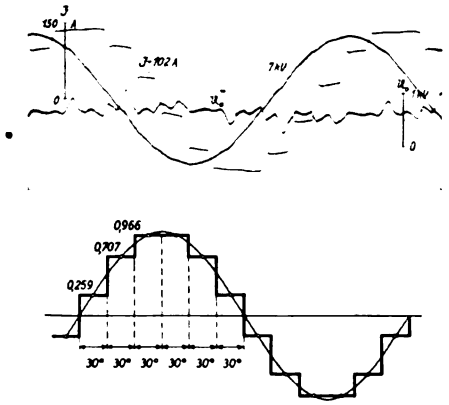


Abb. 15. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 3. Primärstrom, Oszillogramm und theoretische Kurvenform (Gleichspannung U = 230 V, Gleichstrom I = 4000 A, Aussteuerung v = 91,3 %).

Gleichrichter arbeitet daher recht vollkommen im Zwölfphasenbetrieb, was in hohem Maße auf die sehr gut sinusförmige Spannung des speisenden Drehstromnetzes (7 kV) zurückzuführen ist.

Der Gleichrichter Nr. 3 hat die primäre Stromkurvenform des Gleichrichters Nr. 2 mit den nach dem Sinusgesetz (sin 0 ° = 0, sin 15 ° = 0,259, sin 45 ° = 0,707 und sin 75 ° = sin 105 ° = 0,966) abgestuften Treppen.

Auf weitere Angaben über die Merkmale des Zwölfphasenbetriebes soll hier verzichtet werden.

Der Gleichrichter übt in keiner Weise eine Rückwirkung auf das speisende Drehstromnetz aus.

b) Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung. — Die beiden Oszillogramme in Abb. 16 zeigen die wellige Gleich-

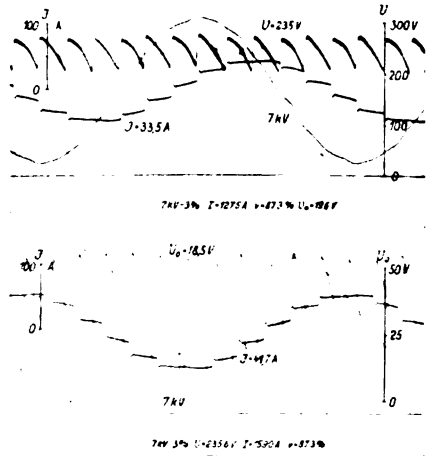


Abb. 16. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 3. Wellige Gleichspannung und Oberwellenspannung.

spannung und die Oberwellenspannung selbst ohne Glättungsmaßnahmen für einen Aussteuerungsgrad von $v = 87{,}3\,\%$.

Die Oberwellenspannung hat, entsprechend dem nahezu „reinen" Zwölfphasenbetrieb, fast ausschließlich die Hauptfrequenz 12 × 50 = 600 Hz; sie ist durch eine Unterwelle der Frequenz 100 Hz schwach moduliert.

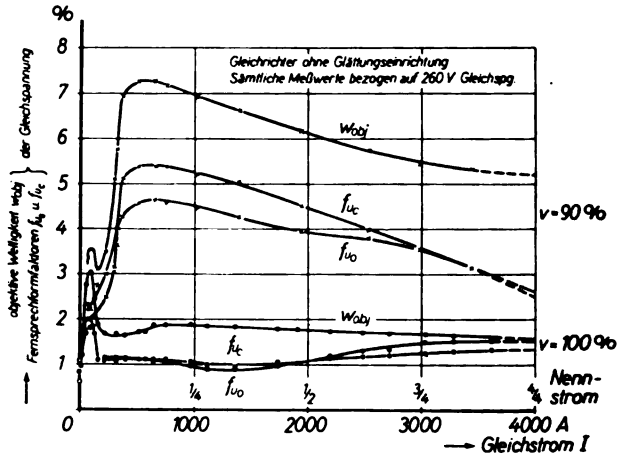


Abb. 17. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 3. Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung bei verschiedener Belastung und konstanter Aussteuerung.

Die Welligkeits- und Störspannungswerte sind für konstanten Aussteuerungsgrad ($v = 100$ und 90 %) und verschiedene Gleichrichterlast in Abb. 17 graphisch dargestellt. Die Welligkeit beträgt bei Vollast für die Aussteuerung 100 und 90 %

$$w_{obj} = 1{,}5\,\% \text{ bzw. } 5{,}2\,\%,$$

die Fernsprechformfaktoren entsprechend

$$f_{U_0} = 1{,}4 \text{ bzw. } 2{,}7\,\% \qquad f_{U_c} = 1{,}5 \text{ bzw. } 2{,}6\,\%.$$

Digitized by Google

Welligkeit und Fernsprechformfaktoren sind bei voller Aussteuerung ziemlich unabhängig von der Belastung konstant und nehmen bei Teilaussteuerung mit kleinerer Belastung erheblich zu.

Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß die Saugdrosselspule bei Teilaussteuerung eine größere Steuerspannung (Frequenz 200 Hz) aufbringen muß und somit auch einen größeren Magnetisierungsstrom benötigt als bei voller Aussteuerung.

Die Welligkeits- und Störspannungswerte (bezogen auf die maximale Gleichspannung) für verschiedene Aussteuerung und konstante Gleichrichterlast zeigt Abb. 18.

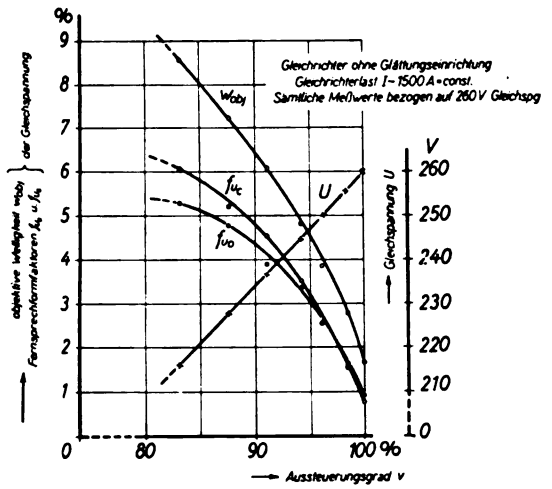


Abb. 18. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 3. Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung bei konstanter Belastung und verschiedener Aussteuerung.

Welligkeit und Fernsprechformfaktoren steigen, wie auch nicht anders zu erwarten, mit abnehmender Aussteuerung erheblich an.

Die gemessenen gleichstromseitigen Welligkeits- und Störspannungswerte der drei untersuchten Zwölfphasen-Gleichrichter müssen zum Vergleich untereinander und mit den theoretischen Werten auf die Netz-Nennspannungen umgerechnet werden. Ein weiterer Grund für diese Umrechnung besteht darin, daß die in den „Gleichrichterleitsätzen" (Entwurf VDE 0226) des VDE angegebenen Formeln zur Vorausberechnung der Fernsprechstörwirkung von der Nennspannung der Gleichstromnetze ausgehen[7]).

Die umgerechneten Meßwerte (mittleren Vollastwerte) sind für die einzelnen Gleichrichteranlagen mit den theoretischen Werten (ohne Überlappung der Anoden) in Zahlentafel 3 zusammengestellt.

Hieraus ist folgendes zu ersehen:

Ungesteuerte bzw. vollausgesteuerte Zwölfphasen-Gleichrichter.

Die gemessenen Welligkeits- und Störspannungswerte sind erheblich größer als die theoretischen Werte.

Der Zwölfphasen-Gleichrichter hat bei Vollast nur etwa ein Drittel bis ein Viertel der Welligkeit und ungefähr

[7]) Die Geräuschspannung (Gspg) errechnet sich beispielsweise zu $Gspg = U f_u \cdot 1/L \cdot \ddot{u} l m p r \cdot 1000$ mV

dabei bedeuten

- U Nennspannung des Gleichstromnetzes,
- f_u Fernsprechformfaktor der Gleichspannung,
- L die Induktivität des Speisekabels in mH,
- ü die Schaltungsunsymmetrie der Fernsprechstelle,
- l die Parallelführung (wirksame Näherungslänge) in km,
- m die Gegeninduktivität zwischen Starkstrom- und Fernsprechsystem in mH/km,
- p der Kompensationsfaktor des Starkstromkabels,
- r der Kabelschutzfaktor des Fernsprechkabels.

Zahlentafel 3. Zwölfphasen-Gleichrichter. Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung.

Zwölfphasen-Gleichrichter Nr.	Aussteuerungsgrad v %	Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung (bez. auf Netz-Nennspannung) gemessene Werte bei Gleichrichter-Vollast w_{obj} %	f_{u_0} %	f_{u_c} %	theoretische Werte ohne Überlappung w_{obj} %	f_{u_0} %	f_{u_c} %	Bemerkungen
1	ungesteuert	2,0	1,2	1,45				Meßwerte ziemlich lastunabhängig w_{obj} für symmetrische Primärspannungen
2	ungesteuert	2,2	1,4	1,6	1,03	0,64	0,63	f_u lastabhängig bei Teillast größer; starke Überlappung
3	100	1,7	1,58	1,7				Meßwerte ziemlich lastunabhängig
	90	5,9	3,0	2,9	6,2	4,5	5,5	Meßwerte mit kleinerer Last zunehmend

die Hälfte der Störspannungen von ungesteuerten Sechsphasen-Gleichrichtern[8]).

Teilausgesteuerte Zwölfphasen-Gleichrichter.

Die gemessenen Welligkeitswerte sind wenig, dagegen die Störspannungswerte erheblich kleiner als die theoretischen Werte.

Der Zwölfphasengleichrichter hat bei 90 % Aussteuerung und Vollast ungefähr die gleiche Welligkeit und die gleiche Störspannung von ungesteuerten Sechsphasen-Gleichrichtern[8]).

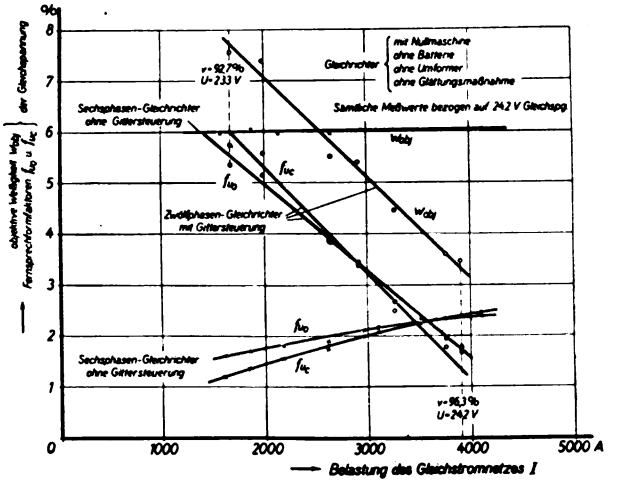


Abb. 19. Zwölfphasen- und Sechsphasen-Gleichrichter. Welligkeit und Fernsprechformfaktoren der Gleichspannung.

Von besonderem Interesse sind die Welligkeits- und Störspannungsverhältnisse des gittergesteuerten Gleichrichters, der im praktischen Betrieb nach dem lastabhängigen Spannungsfahrplan des gespeisten Gleichstromnetzes ausgesteuert wird, dessen Aussteuerung also bei großer Last höher ist als bei kleiner Last und umgekehrt. Diese Verhältnisse sind für den Zwölfphasen-Gleichrichter

[8]) Für Sechsphasen-Gleichrichter ist

$w_{obj} = 6\,\%$ $f_{U_0} = 2{,}5$ bis $3\,\%$ $f_{U_c} = 2$ bis $2{,}5\,\%$.

Digitized by Google

ohne Glättungsmaßnahmen, verglichen mit einem ungesteuerten Sechsphasen-Gleichrichter gleicher Leistung, dessen Spannung mittels eines Stufentransformators geregelt wird, in Abb. 19 dargestellt. Jeder Gleichrichter hält den vorgeschriebenen Spannungsfahrplan (233 V — 1700 A, 242 V — 4000 A) ein. Wie nicht anders zu erwarten, nehmen beim Zwölfphasen-Gleichrichter Welligkeit und Fernsprechformfaktoren mit steigender Netzlast, d. h. mit höherer Aussteuerung, stark ab. Beim Sechsphasen-Gleichrichter dagegen bleibt die Welligkeit fast konstant (6 %) und nimmt mit der Belastung kaum zu, entsprechend der höheren Regelstufe am Transformator; die Fernsprechformfaktoren steigen daher nur gemäß einer mit der Belastung stärker werdenden Zündverzerrung etwas an bis auf ungefähr 2,5 %.

Der Zwölfphasen-Gleichrichter hat unterhalb von 2500 A Belastung eine größere, aber oberhalb dieser Belastung eine kleinere Welligkeit als der Sechsphasen-Gleichrichter. Dasselbe gilt sinngemäß für die Störspannungen; jedoch treten gleiche Fernsprechformfaktoren erst bei größerer Belastung (etwa 3500 A) auf, weil die Hauptfrequenz des Zwölfphasen-Gleichrichters (600 Hz) ein größeres Störgewicht hat als die Hauptfrequenz des Sechsphasen-Gleichrichters (300 Hz).

Um die Frage, ob niederfrequente Rundfunkstörungen infolge der welligen Gleichspannung zu erwarten sind, beantworten zu können, muß man die Welligkeitsverhältnisse im Gleichstromnetz kennen. Die Verteilung der überlagerten Wechselspannung in einem Dreileiter-Kabelnetz zeigt Abb. 20. Die Welligkeit der Gleichspannung,

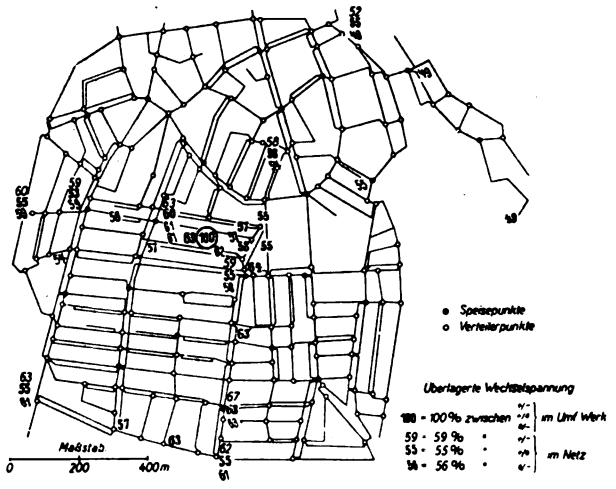


Abb. 20. Gleichstrom-Dreileiternetz mit Gleichrichterspeisung. Verteilung der überlagerten Wechselspannung.

an der Sammelschiene des Gleichrichterwerkes gleich 100 % gesetzt, beträgt bereits in unmittelbarer Nähe des Werkes nur noch etwa 60 % der Welligkeit der Sammelschienenspannung und fällt dann im gesamten Gleichstromnetz mit wachsender Entfernung bis in die Randgebiete nur noch wenig ab bis auf etwa 50 %. Die Verteilung der Oberwellenspannung im Netz erklärt sich aus der vektoriellen Teilung der Gleichrichter-Oberwellenspannung zwischen den tonfrequenten Scheinwiderständen der örtlich vorhandenen Netzlasten und der Speise- bzw. Verteilerkabel.

4. Kurzschlußabschalten mittels Gittersteuerung.

Um den Bericht über das Verhalten der Gleichrichter zu vervollständigen, wird in Abb. 21 an Hand von Oszillogrammen gezeigt, wie beim Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 3 ein Kurzschluß mittels Gittersteuerung abgeschaltet wird. Die Kurzschlußströme (I_k) erreichen Höchstwerte von 10 400 A (gedämpfter Kurzschluß) bzw. 15 400 A (starrer

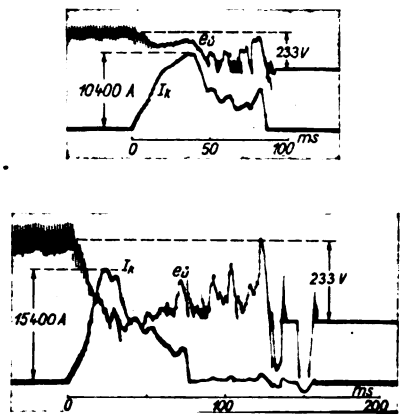


Abb. 21. Zwölfphasen-Gleichrichter Nr. 3. Kurzschlußabschalten mittels Gittersteuerung.

Kurzschluß); ihr zeitlicher Anstieg erfolgt, durch die vorhandene Glättungsdrosselspule erheblich verlangsamt, mit nur etwa 800 000 A/s maximal. Während des Löschvorganges treten vereinzelt Neuzündungen von Anoden auf; die gemessenen Löschzeiten betragen bis zu 84 ms und sind erheblich größer als die theoretische Höchstzeit (7,5 ms). Die längeren Löschzeiten sind bedingt durch die Eigenzeit des die Sperrspannung freigebenden Schnellrelais, die Verbreiterung des normalen Brennwinkels der Anoden infolge sehr starker Quecksilberdampfentwicklung beim Kurzschluß und durch die Induktivität der Glättungsdrosselspule.

Das Abschalten von Kurzschlüssen durch die Gittersteuerung ist bis zu den größten Strömen als einwandfrei zu bezeichnen. Überspannungen ($e_ü$) an der Glättungsdrosselspule treten hierbei infolge eines parallel geschalteten spannungsabhängigen Nebenwiderstandes praktisch nicht auf.

Zusammenfassung.

Die untersuchten Zwölfphasen-Gleichrichter arbeiten teilweise nicht vollständig im „reinen" Zwölfphasenbetrieb, sondern noch etwas mit den Merkmalen des Sechsphasenbetriebes. Im übrigen erfüllen die Gleichrichter alle Bedingungen, die an einwandfreie Anlagen zu stellen sind. Bei der Entscheidung, ob Gleichrichter in sechs- oder zwölfphasiger Schaltung anzuwenden sind, ist noch zu berücksichtigen, daß die Transformatoren für Zwölfphasen-Gleichrichter erheblich verwickelter sind als solche für Sechsphasen-Gleichrichter. Man wird sich daher zu dem technischen und wirtschaftlichen Mehraufwand für Zwölfphasenschaltungen nur dann entschließen, wenn der Kraftwerks- und Netzbetrieb dies fordert, was allgemein nur bei ganz großen Gleichrichterleistungen im Vergleich zu den Netznennleistungen der Fall ist.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 319. 4 : 621. 316 **Kondensatoren für Verteilernetze.** — Parallel-Kondensatoren sind wegen ihrer Entlastung aller auf Strom zu bemessenden Anlageteile, der sich daraus ergebenden Verlust- und Spannungsabfall-Minderung[1]) zu wichtigen Bestandteilen auch der Kraftversorgungsnetze in den V. S. Amerika geworden. Besondere Bedeutung kommt ihnen vor allem in den dort gebräuchlichen, sehr umfangreichen Mittelspannungsnetzen von 2,3 bis 14,4 kV zu. An Stelle der früher üblichen Phasenkompensation durch Kondensatoren-Einheiten von 300 bis 810 kVA wird neuerdings, seitdem es gelungen ist, Kondensatoren kleinster Leistung (5 bis 15 kVA) ebenso billig wie große Einheiten zu bauen, immer mehr auf die Blindstromerzeugung durch sehr kleine Einheiten dicht bei den Verbrauchern übergegangen. Je weiter die Verteilung der Kondensatoren auf die Netze getrieben wird, um so größer wird der je kVA Kondensatorenleistung entlastete Netzteil bzw. um so kleiner die benötigte Gesamtleistung der Kondensatoren. Aus diesen Gründen ist der Mastkondensator[2]) schon frühzeitig zu einer bevorzugten Einrichtung geworden. Ursprünglich bestand er aus Innenraum-Einheiten, die, zusammen mit den erforderlichen Überspannungsableitern und Sicherungen, in regendichten Blechschränken untergebracht wurden. Als nachteilig wurde die Erhöhung der Kosten je kVA durch die Blechgehäuse nebst Zubehör empfunden. Die neuerdings gebauten Hochspannungs-Freiluft-Kleinkondensatoren (5 bis 15 kVA, 2,3 bis 14,4 kV) mit Inerteen-Füllung[3]) zeichnen sich durch ebenso niedrige spezifische Kosten und dieselbe Betriebssicherheit wie die großen Innenraumtypen aus. Die in Reihe und parallel geschalteten Wickel aus Aluminiumfolie und Spezialpapier, ohne Einzelabsicherung, befinden sich, zusammen mit der Hauptsicherung und den keramischen Entladewiderständen, in einem aus Stahlblech geschweißten Behälter ohne Ausdehnungsgefäß. Die Sicherungen sind, damit sie bei Netzkurzschlüssen nicht durchschmelzen, für den zweifachen Kondensatoren-Nennstrom bemessen. Die mit Inerteen getränkten Entladewiderstände liegen parallel zu den Klemmen mit mehrteiligen Porzellan-Durchführungen und gewährleisten eine Entladung der Kondensatoren vom Scheitelwert der Spannung auf 50 V und darunter innerhalb von 5 min. Die Inerteen-Kondensatoren halten dauernd das 1,15fache ihrer Nennspannung aus; die Mindest-Stoßfestigkeit der 2,3 kV-Type beträgt 27,7 kV. Die Notwendigkeit, sterngeschaltete Kondensatoren in Netzen mit geerdetem Sternpunkt gegen Überspannungen durch besondere Ableiter zu schützen, hängt ab von der Kondensatorengröße und den zu erwartenden Überspannungen. Die sich durch Wanderwellen an den Kondensatoren ausbildende Überspannung E_c beträgt:

$$E_c = \left[2E \frac{1}{1 - CZa} \left(\varepsilon^{-aT} - \varepsilon^{\frac{-T}{ZC}} \right) \right], \text{ wobei}$$

$$T = \frac{ZC}{1 - ZCa} \log \varepsilon \frac{1}{ZCa},$$

$$Z = 300\,\Omega,\ a = \frac{1}{70 \cdot 10^{-6}},\ C = \text{Kapazität in Farad.}$$

Obgleich Kondensatoren eine erhebliche Selbstschutzwirkung besitzen, wird empfohlen, sie auf Holzmasten-Leitungen, auf denen Überspannungen von 2 bis 4 Mill V vorkommen, durch besondere Ableiter zu schützen. In nicht geerdeten Netzen sollen Kondensatoren, wenn ihre Sicherungen nicht mit Sicherheit ansprechen, zweckmäßiger Weise in Dreieck geschaltet werden. [R. E. Marbury, Electr. J. 34 (1937) S. 103; 4 S., 5 Abb.] *H. Schz.*

[1]) Vgl. ETZ 56 (1935) S. 501; 57 (1936) S. 207; 58 (1937) S. 709; VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 21; AEG-Mitt. (1936) S. 146; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 419; Electr. Wld., N. Y. 104 (1934) S. 942; 106 (1936) S. 3488; Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 27 (1936) S. 653.

[2]) Gen. Electr. Rev. 39 (1936) S. 466.

[3]) Inerteen ist eine nicht brennbare Isolier-Flüssigkeit ähnlich dem ebenfalls in V. S. Amerika mit Erfolg angewendeten Pyranol (vgl. 8. Internationale Hochspannungskonferenz in Paris 1935, Aussprache in Gruppe 15.) Vgl. a. das neuerdings in der deutschen Praxis verwendete Clophen.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 22. 045 **Theorie der eingängigen Gleichstrom-Ankerwicklungen.** — Die Arbeit versucht, ganz allgemein die Aufgabe zu lösen, K Ankerspulen gleicher Weite in N Nuten eines $2p$-poligen Gleichstromankers so zu legen, daß eine eingängige Wicklung entsteht[1]). Dabei wird vom Spannungsstern dieser K Spulen ausgegangen, der bei der Annahme gilt, daß die Normalkomponente der Induktion am Ankerumfang sinusförmig verteilt ist. Der Spannungsstern besteht aus $N/t = N'$ ungleichphasigen Strahlen, die gegeneinander um den Winkel $\alpha' = 360°/N'$ verschoben sind (Abb. 1). t ist der größte gemeinsame Teiler der Nutenzahl N und Polpaarzahl p. Soll eine Zweischichtwicklung entstehen, so fallen mit jedem der N' ungleichphasigen Strahlen des Spannungssternes $K\,t/N$ gleichphasige Strahlen zusammen, und der Spannungsstern umfaßt mithin insgesamt $N'\,K\,t/N = K$ Strahlen, die den Spannungen der K Ankerspulen entsprechen. Um eine Zuordnung der K Strahlen des Spannungssternes zu den K Spulen zu bekommen, beziffern wir die K Spulen fortlaufend so wie sie rechts- oder linksherum am Ankerumfang nebeneinander liegen. Dann lautet die Bezifferung der $K\,t/N$ Teilstrahlen eines Strahles X des Spannungssternes: $y\frac{K}{t} + \frac{t}{p}(n\,N' + X - 1)\frac{K}{N} + z$. Für jeden Wert von y zwischen 0 und $(t-1)$ nimmt z die Werte 1, 2, 3, ... K/N an. n ist in vorstehendem Ansatze jene kleinste positive ganze Zahl einschließlich Null, die den Wert $t/p\,(n\,N' + X - 1)$ zu einer ganzen Zahl macht. Die Bezifferung des X-ten Gesamtstrahles ist somit von innen nach außen:

$$\begin{array}{llll}
(y=0). & \frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+1, & \frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+2, \ldots . & \frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+\frac{K}{N} \\
(y=1). & \frac{K}{t}+\frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+1, & \frac{K}{t}+\frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+2, \ldots . & \frac{K}{t}+\frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+\frac{K}{N} \\
(y=t-1). & \vdots & \vdots & \vdots \\
 & (t-1)\frac{K}{t}+\frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+1, & (t-1)\frac{K}{t}+\frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+2, \ldots . & (t-1)\frac{K}{t}+\frac{t}{p}(n\,N'+X-1)\frac{K}{N}+\frac{K}{N}.
\end{array}$$

Die Aufgabe, die K Ankerspulen zu einer eingängigen Wicklung zusammenzuschalten, besteht in der Forderung, aus den K Strahlen des Spannungssternes ein einmal umlaufendes Spannungsvieleck zu bilden. Soll dieses Vieleck nur nach außen

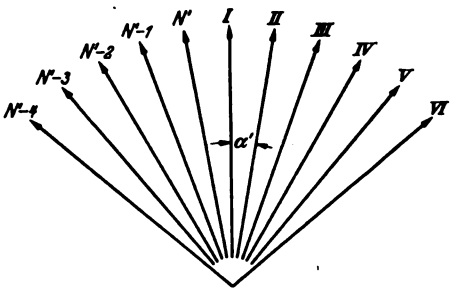


Abb. 1. Spannungsstern einer $2p$-poligen Gleichstromankerwicklung mit K-Spulen gleicher Weite in N-Nuten.

gerichtete Ecken aufweisen und nicht auch nach innen gerichtete, so können zwei Lösungen der gestellten Aufgabe angegeben werden.

Die erste Lösung besteht darin, daß man die N' ungleichphasigen Gesamtstrahlen des Spannungssternes durch Aneinanderfügen rechtsherum oder linksherum zu einem einmal

[1]) H. Sequenz, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 709, vgl. auch ETZ 55 (1934) S. 146.

Digitized by Google

umlaufenden Vieleck zusammensetzt. Auf diese Weise entsteht eine künstlich geschlossene Wicklung, die in Wellenwicklungsart N' Wicklungszüge miteinander verbindet, die selbst je t Schleifenwicklungen mit je K/N hintereinander geschalteten Ankerspulen, in Wellenwicklungsart aneinandergereiht, umfassen. Diese Wicklung wird für ein Polpaar eine gewöhnliche eingängige Schleifenwicklung, und für den Fall, daß Nuten- und Polpaarzahl teilerfremd sind und außerdem $K = N$ ist, eine eingängige Wellenwicklung n-ter Art[1]).

Während bei der ersten Lösung an der Reihenfolge der $K\,t/N$ Teilstrahlen jedes der N' Gesamtstrahlen nichts geändert wurde, wird bei der zweiten Lösung diese Reihenfolge vertauscht. Und zwar wird z. B. an den 1. Teilstrahl des Gesamtstrahles X mit der Bezifferung $\frac{t}{p}(n\,N' + X - 1)\frac{K}{N} + 1$ der $\left(\frac{K}{N} + 1\right)$-te Teilstrahl mit der Bezifferung $\frac{K}{t} + \frac{t}{p}(n\,N' + X - 1)\frac{K}{N} + 1$ angesetzt, an diesen der $\left(2\frac{K}{N} + 1\right)$-teTeilstrahl mit der Bezifferung $2\frac{K}{t} + \frac{t}{p}(n\,N' + X - 1)\frac{K}{N} + 1$ gefügt, u. s. f., bis endlich der $\left[(t-1)\frac{K}{N} + 1\right]$-te Teilstrahl mit der Bezifferung $(t-1)\frac{K}{t} + \frac{t}{p}(n\,N' + X - 1)\frac{K}{N} + 1$ folgt. An diesen schließen sich die Teilstrahlen an, die in der früher aufgeschriebenen Bezifferungstafel für den Gesamtstrahl X in der zweiten senkrechten Reihe untereinander stehen, oder deren Bezifferung man erhält, wenn man $z = 2$ setzt. Dann folgen die Teilstrahlen mit $z = 3$, dann die mit $z = 4$, usw., und endlich die Teilstrahlen mit $z = K/N$.

Das Spannungsvieleck bei der zweiten Lösung ist das gleiche wie bei der ersten Lösung. Die Wicklung, die aus der zweiten Lösung hervorgegangen ist, ist eine künstlich geschlossene Wellenwicklung mit im allgemeinen drei voneinander verschiedenen Wicklungsschritten. Sind N und p teilerfremd und ist $K = N$, so wird aus dieser Wicklung eine eingängige Wellenwicklung n-ter Art.

Ein zweiter Teil der Arbeit wird die Lösungen untersuchen, die sich ergeben, wenn auch Spannungsvielecke mit nach innen gerichteten Ecken zugelassen werden. [H. Sequenz, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 8, S. 524; $10^1/_2$ S., 10 Abb.]

Geräte und Stromrichter.

621. 327. 42 : 621. 316. 542. 2/.3 **Schalterlampe.** — Die Lampe soll bei Betreten dunkler und besonders unbekannter Räume das Auffinden des Lichtschalters erleichtern. Abb. 2 zeigt einen Ausschalter nebst der in einem kleinen Preßstoffkörper untergebrachten Zwergglimmlampe, die einen Leistungsbedarf von etwa 0,05 W hat. Ohne Änderungen an der bestehenden Lichtanlage läßt sich die Schalterlampe nachträglich an jedem handelsüblichen Schalter befestigen, und zwar an Aufputzschaltern durch zwei Haltefedern, an Unterputzschaltern mittels zweier Stahlstifte. Die an der Glimmlampe befindlichen Drähte werden mit den beiden Kontakten des Ausschalters verbunden; beim Schließen des Lichtstromkreises erlischt die Glimmlampe. *He.*

Abb. 2. Schalterlampe.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 755 : 535. 37 **Messungen über das Nachleuchten von Elektronenstrahloszillogrammen an Schirmen mit langer Abklingzeit.** — Bei der oszillographischen Untersuchung einmaliger kurzzeitiger Vorgänge wird der Kurvenzug in der Regel photographisch aufgezeichnet und später ausgewertet. Mit Rücksicht auf den hohen Aufwand an Zeit und Mitteln, den die photographische Aufzeichnung bedingt, ist schon oft versucht worden, den photographischen Prozeß ganz zu umgehen und die Auswertung unmittelbar an der nachleuchtenden Schreibspur auf einen Schirm genügend langer Abklingzeit vorzunehmen. Für diese Aufgabe sind Schirme notwendig, bei denen zur Auswertung einfacher Oszillogramme die Schreibspur mindestens 3 bis 5 s und zur Auswertung verwickelter Oszillogramme mindestens 10 bis 30 s sichtbar bleiben muß. Das besondere Kennzeichen der Erregung eines Leuchtschirmes im Oszillographen ist die kurze Dauer der Erregung. Um den Einfluß der Verkürzung der Erregungszeit auf das Nachleuchten klarzustellen, wird über Messungen mit stark verschiedener Erregungszeit berichtet, die an besonders stark nachleuchtenden Schirmen sowohl bei Lichterregung als auch bei Elektronenerregung vorgenommen wurden. Bei Erregung mit Elektronen wird für den angegebenen Schirm die Dauer des Nachleuchtens der Oszillogrammspur als Funktion der Schreibgeschwindigkeit des Elektronenfleckes für verschiedene Strahlleistungen gemessen. Bei diesen Messungen zeigt sich, daß eine Steigerung der Schreibgeschwindigkeit als Folge einer aufgefundenen und besprochenen Sättigungserscheinung in gewissen, praktisch gegebenen Verhältnissen nicht mehr durch entsprechende Steigerung der Strahlleistung ausgeglichen werden kann. Die Dauer des erkennbaren Nachleuchtens erreicht den Wert von 3 bis 5 s bei dem angegebenen Schirm, bei einer Grundhelligkeit des Schirmes von 0,1 Lux, einem Fleckdurchmesser von 1 mm, einer Anodenspannung von 4000 V und einer Strahlleistung von 0,32 W, wenn die Schreibgeschwindigkeit die Größenordnung 200 m/s besitzt. Unter gleichen Bedingungen erhöht sich die Dauer des erkennbaren Nachleuchtens auf 10 bis 30 s, wenn die Schreibgeschwindigkeit auf 60 bis 20 m/s zurückgeht. Am Schluß der Veröffentlichung wird ein Vergleich der Ergebnisse für Lichterregung und Elektronenerregung durchgeführt. [M. v. Ardenne, Z. Phys. 105 (1937) S. 193; 9 S., 5 Abb.] *eb.*

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende Bekanntmachungen:

„Bekanntmachung Nr. 440[1])

621. 314. 222. 08

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Spannungswandlerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ist ihnen das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System $\sqrt{39}$, die Formen BVW 20a und BVW 30a, Spannungswandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.**

Berlin-Charlottenburg, den 1. April 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung:
Giebe."

Beschreibung:[2])

Die Spannungswandler der Formen BVW 20a und BVW 30a können für die Frequenz 50 Hz, für primäre Nennspannungen und Nennleistungen nach der Zahlentafel 1 und für die sekundären Nennspannungen 100 und 110 V beglaubigt werden. Die Wandler haben primär einen Meßbereich.

Zahlentafel 1.

Form	Primäre Nennspannungen V	Nennleistung VA	Grenzleistung VA
BVW 20 a	6 000—20 000	100	1 200
BVW 30 a	10 000—30 000	150	1 800

Die Wandler der Form BVW 20a sind entsprechend der Reihe 20, die Wandler der Form BVW 30a entsprechend der Reihe 30 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ausgeführt. Die Prüfspannungen entsprechen den in den Regeln für Wandler des VDE (VDE 0414/1932) festgesetzten Werten. Die Spannung für die Wicklungsprobe zwischen Primärwicklung und Sekundärwicklung mit Eisen ist demgemäß 64 kV für Wandler der Form BVW 20a, 86 kV für Wandler der Form BVW 30a.

Die Wandler der Formen BVW 20a und BVW 30a sind Topfwandler mit Mantelkernen, auf deren mittleren Schenkeln

[1]) H. Sequenz, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 52 (1934) S. 273, vgl. auch ETZ 55 (1934) S. 1177.

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 100.

[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 440 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

Digitized by Google

die Unterspannungs-, darüber die isolierten Oberspannungswicklungen sitzen. Die Oberspannungsanschlüsse sind durch Isolatoren herausgeführt. Die Unterspannungsanschlüsse befinden sich auf dem Deckel des Topfes neben der Erdungsschraube. Sie sind durch eine plombierbare Kappe abgedeckt. Die Wandler sind ölgefüllt und tragen ein am Deckel befestigtes Ausdehnungsgefäß.

„Bekanntmachung Nr. 441[1])

621. 317. 785

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird dem System 177 folgende Elektrizitätszählerform als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 177, die Form D 13, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in **Nürnberg.**

Berlin-Charlottenburg, den 2. April 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung:
Giebe."

Beschreibung:[2])

Die durch die Bekanntmachung Nr. 375[3]) vom 28. 1. 1935 zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromdoppeltarifzähler der Form ZD 13 des Systems 177 werden auch als Einfachtarifzähler unter dem Formzeichen D 13 hergestellt, und können in dieser Ausführung für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler der Form ZD 13 beglaubigt werden. Die Zähler der Form D 13 unterscheiden sich von den Zählern der Form ZD 13 nur dadurch, daß das Zählwerk ein Einfachzählwerk ist und die Doppeltarifeinrichtung fehlt.

„Bekanntmachung Nr. 442[4])

621. 317. 785

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen 189 und 190 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht:

1. Zusatz zu System 189, die Formen DO8mk, TDO8mk, DO8f, TDO8f, DO8t, TDO8t, DO8ft und TDO8ft, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter,
2. Zusatz zu System 190, die Formen DU8mk, TDU8mk, DU8f, TDU8f, DU8t, TDU8t, DU8ft und TDU8ft, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter,

sämtlich hergestellt von der **Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft** in **Berlin.**

Berlin-Charlottenburg, den 12. April 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
In Vertretung:
Gehrcke."

Beschreibung:[5])

Zu 1.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 398[6]) vom 16. 12. 1935 zur Beglaubigung zugelassenen Zähler der Formen DO8 und TDO8 für Drehstrom ohne Nulleiter können für die gleichen Meßbereiche auch dann beglaubigt werden, wenn sie mit der in der Bekanntmachung Nr. 264[7]) vom 1. 10. 1928 beschriebenen Kontaktvorrichtung versehen sind. Die Zähler führen in dieser Ausführung die Formzeichen DO8mk bzw. TDO8mk.

Die Zähler der Formen DO8 und TDO8 können auch dann beglaubigt werden, wenn sie mit den in der Bekanntmachung Nr. 287[8]) vom 16. 9. 1930 beschriebenen Vorrichtungen zur Feineinstellung der Bremskraft des Magneten oder mit der Vorrichtung zur Herabsetzung der Abhängigkeit der Zählerangaben von Temperaturänderungen oder auch mit beiden Vorrichtungen versehen sind. In Ausführung mit Magnetfeineinstellvorrichtung haben sie die Formzeichen DO8f bzw. TDO8f, in Ausführung mit Temperaturausgleichvorrichtung die Formzeichen DO8t bzw. TDO8t und in Ausführung mit beiden Vorrichtungen die Formzeichen DO8ft bzw. TDO8ft.

Zu 2.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 398[1]) vom 16. 12. 1935 zur Beglaubigung zugelassenen Zähler der Formen DU8 und TDU8 für Drehstrom mit Nulleiter können für die gleichen Meßbereiche auch dann beglaubigt werden, wenn sie mit der in der Bekanntmachung Nr. 264[2]) vom 1. 10. 1928 beschriebenen Kontaktvorrichtung versehen sind. Die Zähler führen in dieser Ausführung die Formzeichen DU8mk bzw. TDU8mk.

Die Zähler der Formen DU8 und TDU8 können auch dann beglaubigt werden, wenn sie mit den unter 1. dieser Bekanntmachung genannten Vorrichtungen zur Feineinstellung der Bremskraft des Magneten oder mit der Vorrichtung zur Herabsetzung der Abhängigkeit der Zählerangaben von Temperaturänderungen oder auch mit beiden Vorrichtungen versehen sind. In diesen Ausführungen haben die Zähler sinngemäß wie unter 1. die Formzeichen DU8f, TDU8f, DU8t, TDU8t, DU8ft und TDU8ft.

Lichttechnik.

535. 247. 4 : 621. 326. 086. 5 **Präzisionsphotometrie von Glühlampen mit Selen-Sperrschichtzellen.** — F. Buchmüller und H. König haben ihre Erfahrungen in der Präzisionsphotometrie mit Selen-Sperrschichtzellen in einer Arbeit zusammengefaßt, von der zunächst der erste, die Messungen an gleichfarbigen Glühlampen behandelnde Teil erschienen ist. Es wurden Weston, SAF- und Tungsramzellen mit einem Dunkelwiderstand von 10^3 bis 10^4 bzw. 10^4 bis $10^5\ \Omega$ verwendet, von denen die Verfasser den höherohmigen den Vorzug geben, da sie bezüglich Proportionalität und Anpassung des Galvanometerwiderstandes günstiger sind. Der letztere braucht nicht so stark herabgesetzt zu werden, wie man vielfach annimmt. Beispielsweise wurde bei einem Filter-Photronelement nach Dresler festgestellt, daß sich für einen Galvanometerwiderstand von 100 Ω im Bereich von 10 bis 50 lx (Farbtemperatur 2360° K) das Verhältnis der Photoströme nur um 1,5% verändert. Bei den in der Spektralphotometrie vorkommenden niedrigen Beleuchtungsstärken konnten ohne Nachteil Spiegelgalvanometer von 1000 Ω verwendet werden. Da die einzelnen Teile der Zellenoberfläche verschieden empfindlich sein können, soll die Aperturblende dicht auf der Zellenoberfläche aufliegen und die letztere von Filtern gleichmäßig bedeckt sein. Bei Anforderungen höchster Genauigkeit wird das von König angegebene ballistische Meßverfahren[3]) verwendet. Hierbei wird die Dämpfung des Galvanometers (halbe Schwingungsdauer 3 bis 10 s) so gewählt, daß es ½ bis 1% über den Dauerausschlag hinausschwingt. Beim Durchgang durch den für die Messung abzulesenden Höchstwert wird die Zelle wieder verdunkelt. Dieses Verfahren, dessen Hauptvorteil in der Auslöschung der Vorgeschichte liegt, soll besser reproduzierbare Werte geben als das Verfahren des direkten Ausschlages, allerdings auf Kosten der Proportionalität. Die Photozelle sollte Farbensprünge bereits annähernd richtig bewerten. Um die zu hohe Rotempfindlichkeit zu beschränken, wird die ganze Zellenoberfläche mit einem 1 mm starken Blaufilter (BG 18) bedeckt. Ein weiteres Gelbfilter (2 mm OG 4) sorgt für die angenäherte Erfüllung der Bedingung, daß der Schwerpunkt der Produktenkurve (spektrale Zellenempfindlichkeit × spektrale Energieverteilung der Lichtquelle) in der Nähe der Crova-Wellenlänge liegt. Von den Lichtschwächungsverfahren zur Nachprüfung der Zellenproportionalität entfällt die Verwendung des umlaufenden Sektors, da das Talbotsche Gesetz für die Zellen bei rotem Licht nicht streng erfüllt wird. Da auch die Gültigkeit des quadratischen Entfernungsgesetzes nicht immer streng vorausgesetzt werden kann, wird als zuverlässigstes statisches Schwächungsverfahren die Addition von Lichtquellen empfohlen, wofür u. a. eine achtteilige Flächenleuchte angegeben wird. Prüfung der Zellenproportionalität ergab, daß man diese für exakte Messungen nicht voraussetzen kann. Für die Verwendung von Filtern sind folgende Fehlerquellen zu beachten: Änderung der Durchlässigkeit mit der Temperatur, Auftreten von Interferenz bei unmittelbar aufeinandergelegten Filtern, Verkürzung des Lichtweges durch den von 1 abweichenden Brechungsindex des

---

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 103.
[2]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 441 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 742.
[4]) Reichsministerialblatt 1937, S. 138.
[5]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 442 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[6]) ETZ 57 (1936) S. 588.
[7]) ETZ 49 (1928) S. 1819.
[8]) ETZ 51 (1930) S. 1620.

[1]) ETZ 57 (1936) S. 588.
[2]) ETZ 49 (1928) S. 1819.
[3]) H. König, Helv. phys. Acta 8 (1935) S. 505.

Digitized by Google

Glases, • Einfluß der Filterneigung gegen die Einstrahlungsrichtung auf die Durchlässigkeit. Da zwischen mehreren hintereinandergeschalteten Filtern mehrfache Reflexion auftritt, wird empfohlen, die Filter entweder im parallelen Strahlengang reflexionsfrei (d. h. gegeneinander geneigt) aufzustellen oder sie dicht vor dem Empfänger in eindeutig festgelegter Lage anzuordnen und die Einflüsse von Reflexion, Inhomogenität und Divergenz einzueichen. Zur Lichtschwächung werden vor dem Anpassungsfilter der Zelle angeordnete Graugläser empfohlen, deren Durchlässigkeit unter Verwendung der teilbaren Flächenleuchte so bestimmt wird, daß ohne und mit Filter etwa die gleichen Galvanometerausschläge erhalten werden (Ausschaltung der Fehler von Zelle und Galvanometer). Zur Vermeidung gegenseitiger Reflexionen zwischen zwei Graugläsern kann das Anpassungsfilter zwischen diese gesetzt werden. Als Normallichtquellen sind nur Lampen mit am Halter unbeweglich festgeklemmten Leuchtdrahtenden geeignet, für Lichtstärkemessungen Lampen mit in einer Ebene ausgespanntem glattem Leuchtdraht. Zur Eichung Ulbrichtscher Kugeln wird wegen der gleichförmigen Lichtverteilung eine Opalglas-Nitralampe benutzt, deren Lichtstrom durch Aufnahme der räumlichen Lichtverteilung mittels einer an einem Schwenkarm befestigten Zelle bestimmt wird. Für die Berechnung der mittleren sphärischen Lichtstärke wird die Formel

$$I = \frac{\pi}{36} \sum_{0°}^{180°} I_\alpha \sin \alpha$$

angewendet, wobei die I_α von 10° zu 10° bestimmt werden. Die Untersuchung des Unterschiedes, den man erhält, wenn man anstatt bei 10°, 20 bis 170° die Ablesungen bei 5°, 15 bis 175° ausführt, ergibt für eine punktförmige Lichtquelle eine Differenz von 3,7‰, für eine Stablichtquelle keinen Unterschied. Für die Messung an Ulbrichtschen Kugeln wird die Verwendung von Blenden als Schwächungsmittel empfohlen, deren Ausschnitte so gewählt sind, daß die Richtungsverteilung der Bestrahlung von Zelle und Filtern für alle Blenden ungefähr gleich ist. Für das ballistische Verfahren wird als Vergleichslichtquelle eine Hilfslampe vorgesehen, die außerhalb des Zelle und Blenden tragenden Gehäuses angeordnet ist und ein in dem Gehäuse angebrachtes, durch Schieber abdeckbares Opalglasfenster (nahe der Kugelwand) beleuchtet. [F. Buchmüller u. H. König, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 89; 11 S., 14 Abb.] *Frh.*

Landwirtschaft.

621. 3 : 628. 8 **Klimaanlagen.** — Die „Électricité" widmet der Klimaregelung ein lesenswertes Sonderheft. Ausgehend von der Überzeugung, daß die Klimaregelung die gewerbliche und soziale Gestaltung des Lebens stark beeinflußt, erkennt man, daß sie auch den Elektrofachmann angeht. Wenn auch die Heizung, ihr wichtigster Teil, nur in seltenen Fällen die Anwendung der Elektrizität als Energiequelle wirtschaftlich rechtfertigt, so sind doch sehr viele Teilaufgaben und damit das gesamte Gebiet, wie eingehend begründet wird, ohne Mithilfe der Elektrowirtschaft und der Industrie der elektrischen Geräte nicht zu meistern.

Im einzelnen behandelt Dupouy die allgemeinen Gesichtspunkte für Klimaanlagen und die Rolle der Elektrizität. Ausgehend von einer allgemein gehaltenen Einführung in die physikalisch-physiologischen Bedingungen des künstlichen Klimas wird das Wärmegleichgewicht der menschlichen Haut abgeleitet. Man erhält im Wasserdampfdruck-Temperatur-Diagramm unter Berücksichtigung von Strahlung, Konvektion und Verdunstung Zonen gleicher Behaglichkeit mit einem von der Jahreszeit abhängigen Optimum. Die Verfahren der Beeinflussung der natürlichen, frischen und der verbrauchten Luft werden erörtert. Daneben spielt die mechanische und chemische Reinigung eine Rolle.

Die Elektrizität findet fast uneingeschränkte Anwendung zur Förderung der Luft, der Heiz- und Kühlmittel und der Brennstoffe, ferner zur Verteilung, beispielsweise zur Sprühnebelbildung. Ferner dient sie als Antrieb der Kältemaschinen und übernimmt hier auch oft die thermodynamische Arbeit.

Marchal betrachtet in einem eingehenden Vergleich des französischen gemäßigten Mittelmeer-Küstenklimas mit dem nordamerikanischen Kontinentalklima die Gründe, weshalb die hochentwickelte Klimatechnik der V. S. Amerika nicht ohne weiteres für Frankreich (und damit erst recht nicht für deutsche Verhältnisse) übernommen werden kann. Man könnte schließen, daß die Sommerklimatisierung nicht so notwendig sei wie in Amerika. Es wird jedoch der Einfluß großer Menschenansammlungen außer acht gelassen, für die die künstliche Klimatisierung hauptsächlich gedacht ist.

In einer Reihe von Einzelarbeiten werden die üblichen Einrichtungen zur Klimatisierung größerer Versammlungssäle beschrieben. Die benutzten Einheiten an Kältemaschinen, Lüftern, Trocknern usw. werden neuerdings in Gruppen von einzelnen Bauelementen je nach der Größe der Anlage und den Bedürfnissen zusammengestellt.

H.-R. Neu erörtert die Klimatisierung unter dem Gesichtswinkel der Behandlung von hygroskopischen Gütern. In vielen Beispielen wird der starke Einfluß des Wassergehaltes auf alle denkbaren Eigenschaften der Textilien, des Tabaks, des Papiers und von Lebensmitteln aller Art erörtert. Die für diese Zwecke hochentwickelten Klimatisierungsanlagen, die nicht immer eine bloße Trocknung der Güter bewirken sollen, werden beschrieben und auf die Wichtigkeit der elektrischen Hilfsmittel für dieses Anwendungsgebiet hingewiesen.

J. Merlen behandelt in einem besonders lesenswerten Aufsatz das weitgehend berücksichtigte Schrifttum über künstliches Klima in Krankenhäusern und Heilanstalten, dessen Wichtigkeit auch in Deutschland unbestritten ist. Die Anhäufung von Krankheitserregern in derartigen Räumen kann nicht durch die Belüftung mittels Fenster erfolgreich bekämpft werden, weil die Aufrechterhaltung der richtigen Temperaturen und der Zugfreiheit für die Behandlung von Kranken mindestens ebenso wichtig ist, wie die Beseitigung von Gerüchen, Narkose- und Antiseptika-Dämpfen. In einer Pariser Kinderklinik ist die Sterblichkeit nach Einführung der Klimatisierung von 39 bis 43% auf 23 bis 33% gefallen. Die Todesfälle an Lungenentzündung im Winter und von Verdauungskrankheiten im Sommer wurden am stärksten gesenkt.

Rabilloud behandelt die physikalischen Gesetze der Entstehung und Zusammenwirkung sowie die Bekämpfung von Geräuschen in Klimaanlagen, die durch Motoren, Lüfter und Pumpen erzeugt und durch Rohrleitungen zu den klimatisierten Räumen geleitet werden. Durch die verschiedensten Hilfsmittel ist es möglich, wie Maurice in einer Beschreibung der Anlagen der National Broadcasting Company zeigt, die besonders geräuschempfindlichen Senderäume, Studios und Konzertsäle derartiger Gebäude völlig geräuschfrei zu halten.

Chambadal teilt der elektrischen Energie die Aufgabe zu, im allergrößten Maßstabe an Stelle der üblichen örtlichen Heizung Wärmepumpen anzutreiben, die die Wärmeenergie der Umgebung den zu heizenden Gebäuden mitteilen sollen. Er kommt bei dieser Wärmetransformation zu einem thermodynamischen Wirkungsgrad der Gesamtanlage von 800 bis 1000 %. Die Umkehrung des benutzten Carnotschen Kreisprozesses unter der Annahme einer einfachen Umkehrung der Gleichung

$$A = Q \frac{\Delta T}{T}$$

ist naturgemäß nicht statthaft.

Sehr wertvoll dagegen ist die Untersuchung von Arquembourg über die Regeleinrichtungen bei Klimaanlagen. Die pneumatische Regelung wird im Falle der kontinuierlichen Steuerung des Steuerorganes und der Anpassung an den Sollwert der elektrischen Regelung vorgezogen, bei völliger absatzweiser Ein- und Ausschaltung der Regelgrößen dagegen ist die einfachere elektrische Steuerung überlegen. In bezug auf Montage weitverzweigter Anlagen wird die pneumatische Regelung, wohl zu Unrecht, als überlegen hingestellt. Anerkannt werden muß dagegen der Standpunkt, daß die Entscheidung von Fall zu Fall gewöhnlich verschieden ausfallen wird und daß die beste Lösung im allgemeinen in einer Kombination elektrischer und mechanischer Steuergeräte erblickt werden muß. Beide Arten von Steuergeräten werden in ihren Wirkungsweisen näher erläutert.

In einer Reihe von Einzelarbeiten werden Klimatisierungseinrichtungen für Wohnräume, insbesondere zur Regelung der Feuchtigkeit, Bauarten von Wasserzerstäubern und tragbare Klimaapparate beschrieben, die in kleineren Räumen aufgestellt werden können und mittels eines schallgedämpften Lüfters eine Kompressions-Kältemaschine für den Sommerbetrieb und eine elektrische oder Warmwasserheizung für den Winter betreiben. Zur Kühlung des Kondensors wird entweder Kaltwasseranschluß oder nach außen abzuführende Luft verwendet. Der Vorteil derartig kleiner Einheiten gegenüber den umfassenden Anlagen liegt in der Einfachheit und dem Verzicht auf selbsttätige Regelung. Ausführlich wird auch auf die Anwendung des Ozons zur Luftreinigung hingewiesen. [Électricité 21 (1937) H. 28; 62 S., 87 Abb.] *H. G.*

Digitized by Google

Fernmeldetechnik.

621. 396. 6. 029. 63 **Drahtlose Telephonie mit Dezimeterwellen.** — Die Benutzung der Dezimeterwellen für den drahtlosen Verkehr hat auch in Amateurkreisen Anklang gefunden. Zwar bietet die Dezimeterwelle nicht den Reiz weltumspannender Verbindungen, wie sie die Kurzwelle ermöglicht hat. Sie ist vielmehr im wesentlichen auf Entfernungen innerhalb des optischen Horizonts angewiesen. Die Anwendung ist besonders da vorteilhaft, wo eine Drahtverbindung aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen schwierig ist, z. B. im Gebirge, zwischen Klubhütten, bei sportlichen Veranstaltungen oder bei Fahrzeugen in der Luft und zu Wasser. Für den Amateur ist die Dezimeterwelle als besonders demonstratives Lehrmittel zur Darstellung des Wesens der elektrischen Wellen hervorragend geeignet. Darüber hinaus schließt die Begrenzung der Reichweite durch den Horizont ebenso wie die Möglichkeit weitgehender Bündelung die gegenseitige Störung oder die Beeinträchtigung kommerzieller Funkverbindungen aus. Die von Schweizer Amateuren hergestellten Funkverbindungen mittels tragbarer Stationen ergaben einwandfreien Telephonieverkehr auf Entfernungen bis 120 km, sofern Sende- und Empfangsort in Sehlinie liegen. Eine Sende- und Empfangsstation hat im wesentlichen drei Teile: 1. Den Sender, der auch als Empfänger arbeiten kann. Er enthält eine Knopfröhre (RCA 955) mit dem Schwingkreis und eine Halbwellenantenne, die auf einer Glimmerplatte befestigt ist. Durch einen kleinen Drehkondensator kann die Wellenlänge von 75 bis 85 cm geändert werden. Das Ganze ist in einem Aluminiumkästchen von den Ausmaßen $12 \times 8 \times 7$ cm untergebracht. 2. Das Bedienungsgerät mit dem Mikrophon, Kopfhörer, Niederfrequenzverstärker und Kontrollinstrumenten. Dieser Teil ist durch ein fünfpoliges Kabel von einiger Länge mit dem Sender verbunden. 3. Ein Energieversorgungsgerät. Zur Erzielung einer gebündelten Strahlung kann der Sender in der Brennlinie eines zylindrischen Parabolreflektors angeordnet werden. [R. Luthi, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 103; 4 S., 8 Abb.] *Grs.*

Theoretische Elektrotechnik.

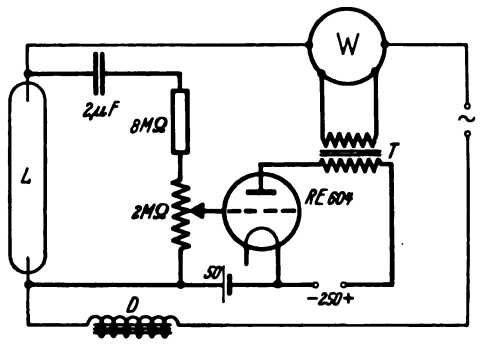
537. 523 **Statistik der Raumladungen bei Gleitfunken, Teil II.** — Im Anschluß an eine frühere Arbeit[1]) versucht J. Müller-Strobel die Funkenausbildung längs eines Gleitrohres und die experimentell gemessene Funkenlänge bei wechselnder Erregerspannung, 50 Hz, mit der theoretisch ermittelten Funkenlänge in Übereinstimmung zu bringen. Als eine erste Erweiterung ist die Bestimmung der Polarität anzusehen, bei der die ermittelten Potential- oder Geschwindigkeitsverteilungen gelten. Alle maximalen Funkenlängen sind bei negativem Flansch aufgetreten. Die weiteren Erläuterungen dienen dazu, die Ergebnisse physikalisch so auszulegen, daß die richtigen mathematischen Ansätze für eine sinngemäße Erweiterung der in Teil I vorgenommenen Betrachtungsweise ohne Schwierigkeiten gefunden werden können. Merkwürdigerweise besteht zwischen der Funkenlänge bei positivem und negativem Flansch und einer niederen Erregerspannung $U_{i,o}$ (Elektrodenspannung) eine Proportionalität. Die Augenblickswerte sind angenähert um eine konstante jedoch kleine Verzögerungszeit verschoben. Ist der Flansch negativ, bleibt diese Proportionalität bis gegen das Funkenlängenoptimum hin bestehen. Vor dem Erreichen des Spannungsmaximums tritt eine schwache Ladungshysterese auf, während nach dem Überschreiten des Amplitudenwertes zufolge starker Erwärmung der Oberfläche und des Funkenkanals eine Wärmehysterese zu verzeichnen ist. Hat die Spannung einen genügend kleinen Wert erreicht, beginnt die Entladung rasch zusammenzubrechen, weshalb die Funkenlänge in der Nähe von $w = \pi$ von ihrem Maximum auf Null sinkt. Im Bereich proportionaler Spannung und Funkenlänge läßt sich eine Gleichung für die letztere in Abhängigkeit von $U_{i,o}$ ableiten.

Wie bemerkt, wächst bei positivem Flansch anfänglich die Funkenlänge ebenfalls proportional der Erregerspannung. Von einer kritischen Funkenlänge an beginnt aber dieser Verlauf sich wesentlich zu ändern. Trotz zunehmender Erregerspannung bleibt die Funkenlänge fast konstant. Diese plötzliche Abweichung wird nur durch die Bildung eines positiven Plasmas erklärlich, das in seiner Wirkung wie ein mit der Erregerspannung veränderliches Steuergitter zu werten ist. Die auf der adhäsiven Oberfläche gelagerten Ionen verhindern das Aufprallen der hauptsächlich elektronenauslösenden Ionen auf die Kathode und begrenzen so die Stärke der Entladung (Thermoionisierung nicht einbezogen). Gegen die öfters vertretene Ansicht, daß die großen Funkenlängen bei negativem Flansch nur wegen der die Oberfläche leitend machenden Restladungen zustande kommen, die von der vorhergegangenen Spannungshalbwelle zurückgeblieben sind, wird dank der gewonnenen Erkenntnis Stellung genommen. Wie weit derartige Restladungen die Oberflächenleitung bei Entladungen mit 50 Hz erhöhen, ist noch zu klären. Konstatierte Abweichungen vom Toeplerschen Funkengesetz sind kurz diskutiert. [J. Müller-Strobel, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 9, S. 609; 9 S., 5 Abb.]

[1]) J. Müller-Strobel, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 4, S. 233. Bericht in ETZ 58 (1937) H. 18, S. 487.

Physik.

537. 728 : 537. 525 **Leistungsmessung an Gasentladungen.** — Wenn die Leistungsaufnahme von Gasentladungen, die mit Wechselstrom betrieben werden, durch elektrodynamische Leistungsmesser gemessen wird, so stellt die parallel geschaltete Spannungsspule des Leistungsmessers einen Nebenschluß dar, durch den ein nicht unbeträchtlicher Strom fließt. Bei Röhren mit hoher Zünd- und niedriger Brennspannung entsteht so ein Vorstrom, der die Zündung verzögern und die Zeitkonstante des Kreises wesentlich verändern kann. Diesen



W Leistungsmesser *T* Transformator
L Gasentladungsrohr *D* Drossel

Abb. 3. Schaltbild zur Leistungsmessung.

Nachteil vermeidet eine von H. Schmellenmeier für laufende Betriebsmessungen vorgeschlagene Schaltung (Abb. 3). Die Spannungsspule des Leistungsmessers wird unter Zwischenschaltung eines Röhrenvoltmeters an die Entladungsstrecke gelegt. Die Gitterspannung wird mit einem Potentiometer abgegriffen, das so eingestellt wird, daß die Eichung des Leistungsmessers erhalten bleibt oder sich nur um einen einfachen Zahlenfaktor ändert. [H. Schmellenmeier, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 35; $1^1/_2$ S., 1 Abb.] *Br.*

537. 311. 35 **Stromleitung in Flüssigkeiten niedriger Dielektrizitätskonstante.** — In Flüssigkeiten niedriger Dielektrizitätskonstante beobachtet man eine Zunahme der Leitfähigkeit, wenn die Feldstärke bestimmte Werte (30 bis 100 kV/cm) überschreitet. Nikuradse[1]) hat diese Ergebnisse in Parallele gesetzt mit den in Gasen vor dem Durchschlag auftretenden Vorströmen und als Ursache beginnende Stoßionisierung angenommen. Zur Prüfung dieser Annahme untersucht K. H. Reiß Hexan, das nach Röntgenbeugungsaufnahmen praktisch nicht assoziiert ist, aus dipolfreien, chemisch inaktiven Molekülen besteht und daher am meisten einem dichten Gase ähnelt. Im Hexan werden auf lichtelektrischem Wege gut definierte künstliche Ströme erzeugt. Als Quelle für Elektronen und Ionen dient gelöstes Anthrazen, das bei Bestrahlung mit kurzwelligem Ultraviolett ionisiert. Die Beweglichkeiten werden nach einem neuen Verfahren gemessen und haben bei niedrigen Feldstärken die Werte:

$$u_+ = 9{,}9 \cdot 10^{-4} \frac{\mathrm{cm}^2}{s\,V}, \qquad u_- = 1{,}3 \cdot 10^{-3} \frac{\mathrm{cm}^2}{s\,V}.$$

Die negativen Träger sind Elektronen, die sich praktisch stets anlagern. Um festzustellen, ob diese Klebeelektronen bei höheren Feldstärken losgerissen werden und Stoßionisierung verursachen können, wird die Feldstärke bis 430 kV/cm gesteigert. Ein exponentieller Anstieg, wie er nach der Stoßionisierungstheorie zu erwarten ist, ist nicht zu bemerken; die

[1]) A. Nikuradse, Arch. Elektrotechn. 26 (1932) S. 26.

Digitized by Google

lichtelektrischen Sättigungsströme zeigen keine merkliche Vermehrung. Die Leitfähigkeitszunahme kann also nicht als Vorstufe des Durchschlags aufgefaßt werden. Der Durchschlag der faserfreien isolierenden Flüssigkeit kann bis etwa 400 kV/cm nur durch Entstehung einer Gasblase erfolgen. [K. H. Reiß, Ann. Phys., Lpz. 28 (1937) S. 325; 26 S., 20 Abb.] *ue.*

Verschiedenes.

538. 569. 047 : 611. 8 **Untersuchung von Nervenaktionsströmen und zeitlich ähnlich gearteten technischen Vorgängen.** — Nervenaktionsströme werden fast ausschließlich mit dem Kathodenstrahloszillographen unter Zwischenschaltung eines geeigneten Verstärkers aufgezeichnet.

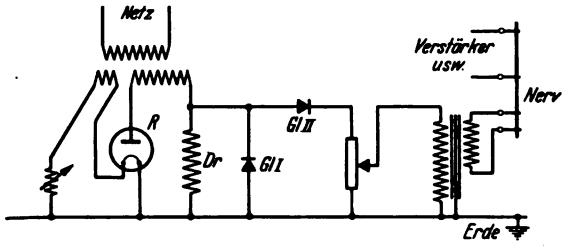


Abb. 4. Entnehmen des Reizstromes aus dem Netz.

Die Zeitablenkung des Kathodenstrahls durch ein Kippgerät hat den Nachteil, daß der Nullpunkt stark überbelichtet und die Nullinie nicht abgebildet wird. W. Schmitz benutzt daher technischen Wechselstrom zur Zeitablenkung. In der Nähe des Scheitelpunktes steht ein nahezu zeitproportionales Kurvenstück von einigen tausendstel Sekunden zur Verfügung. Um den Reizstrom selbst auch im richtigen Zeitpunkt dem Netz entnehmen zu können, wird die Schaltung der Abb. 4 benutzt. Der durch das Elektronenrohr *R* gleichgerichtete Wechselstrom durchfließt die Selbstinduktion *Dr*. Beim Einsetzen und Aufhören der Wechselstromhalbwelle entstehen an dieser Spannungsstöße von sehr kurzer Zeitdauer, von denen einer durch die Gleichrichter *Gl. I* und *Gl. II* herausgesiebt wird. Der durchgelassene Stoß wird dann unter Zwischenschaltung eines Potentiometers durch einen Isoliertransformator vom Netz getrennt und kann zur Reizung benutzt werden. Das Gerät eignet sich auch für technische Untersuchungen. So kann man den Reizstrom unter Zwischenschaltung eines Verstärkers zum Anschlagen eines Lautsprechers benutzen und mittels eines Mikrophons Ein- und Ausschwingvorgänge, Nachhall usw. sichtbar machen und ausmessen. [W. Schmitz, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 37; 2 S., 5 Abb.] *Br.*

621. 882 **Das Verhalten der Schraubenverbindungen bei wiederholtem Anziehen und Lösen.** — Die Spannung im Schraubenschaft nimmt bei mehrmaligem Anziehen und Lösen einer Schraube, gleiches Anzugsmoment vorausgesetzt, nicht stets die gleichen Werte an, sondern sinkt nach den ersten Malen rasch ab, um einem gleichbleibenden Werte zuzustreben. Gleichzeitig nimmt auch der Drehwinkel — vom Aufsitzen der Mutter bis zum Festsitzen — zu und nähert sich ebenfalls einem Höchstwert, bis sich Schrauben- und Mutterngewinde in ihrer Form vollständig einander angepaßt haben, was bei sauber gearbeiteten Gewinden eher der Fall sein wird als bei groben Gewinden. Die Versuche wurden an handelsüblichen Schrauben nach DIN 418 mit $^5/_8$" Whitworth-Gewinde bei einem Drehmoment von 800 kgcm ausgeführt, wobei außerdem ein wesentlicher Einfluß der Gewindeschmierung auf die Meßwerte in Erscheinung trat. Bei ungeöltem Gewinde fiel die Zugkraft in der Schraube von 2000 kg auf 1250 kg. Der Drehwinkel stieg nach der gleichen Anzahl Belastungen bei leicht geöltem Gewinde von 220° auf einen Grenzwert von 240°. Um also bei mehrmaligem Anziehen stets die nämliche Zugkraft in der Schraube zu erhalten, muß das Drehmoment jeweilig entsprechend erhöht werden. Der Verfasser erklärt den Abfall der Vorspannung derart, daß das Gewinde beim jedesmaligen Anziehen verformt und z. T. auch kalt verfestigt wird, bis die Vorspannung, welche dem aufgewendeten Drehmoment im Gewinde das Gleichgewicht hält, gleichbleibende Werte ergibt. [H. Staudinger, Z. VDI 81 (1937) S. 607; 2 S., 6 Abb.] *He.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

061. 3 **75. Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure.** — Die Tagung fand vom 28. 6. bis 2. 7. in der Kriegsmarinestadt Kiel statt. Die Vorträge waren in Hinblick auf den Tagungsort vornehmlich auf Bau und Betrieb im Schiffswesen eingestellt. Verschiedentlich wurde auf den hohen Wert der Schweißung für den Schiffbau hingewiesen. Wie Ministerialrat H. Burkhardt in seinem Vortrage ausführte, hat die Schweißtechnik einen erheblichen Anteil an der Weiterentwicklung des Schiffbaues. Der Kriegsschiffbau ist auf diesem Gebiet führend gewesen und hat in hohem Maße auch befruchtend auf den Handelsschiffbau und auf andere Fachgebiete eingewirkt. Wie an anderer Stelle hervorgehoben wurde, hat besonders die elektrische Lichtbogenschweißung den Kriegsschiffbau wegen geringerer Erwärmung der Schweißzone und damit Vermeidung von Schrumpfungen gefördert. Gewichtsersparnisse bis zu 20% an Einzelteilen und von 8 bis 10% für den ganzen Schiffskörper konnten erzielt werden. Der Gefechtswert des Schiffes erfuhr infolgedessen eine wesentliche Steigerung. Heute bestehe das völlig geschweißte Schiff durch schweißgerechte Form. Auch die Fertigung von Leichtmetallkörpern wurde durch die Schweißung als Gasschmelz-, elektrische Lichtbogen- und Arcatomschweißung stark gefördert (Dr. Ing. H. Kleiner). Die Verfahren werden je nach den geforderten Eigenschaften der Schweißverbindung und den Arbeitsmöglichkeiten beim Schweißen selbst angewandt. Ein Problem bei der Lichtbogenschweißung ist noch die Schweißung von Übergangsstellen bei Auswechslung der Elektroden. Diese Schweißart dürfte sich besonders in Verbindung mit Automatik empfehlen, um Gleichmäßigkeit in der Schweißung zu erhalten. Bei den Möglichkeiten der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung in der Schweißtechnik (Dr. Ing. R. Berthold) wurde auf die hohe Steigerung der Güte der Schweißung durch systematische Röntgenüberwachung hingewiesen. Eine neue Röhre wurde in einer Fingertype geschaffen, bei der die Ausstrahlung an der Spitze der Röhre erfolgt. Derartige Röhren haben bis zu 220° Strahlungswinkel, so daß bei Prüfungen von Rundnahtschweißungen im Innern von Kesseln usw. die Zahl der Aufnahmen weitgehend verringert wird. Zu einer wichtigen Ergänzung des Röntgenverfahrens ist das Magnetspulververfahren zum Nachweis z. B. feiner Risse nahe der Oberfläche an beliebig dicken Schweißungen geworden[1]). Durch Verstärkung des Magnetfeldes mit umgelegten Spulen am Prüfstück sind Tiefenwirkungen bis 8 mm erreichbar. In ähnlicher Weise wurde ein Schweißnahtprüfer vervollkommnet, bei dem man bis auf 40 mm Tiefenwirkung zu gelangen hofft. Beim Schiffsantrieb hat die Verwendung von Drehstrom mit höherer Spannung (3800 V) die Aussichten für diesen wesentlich verbessert (Dipl.-Ing. G. Jahn). Näher ging Prof. Dr.-Ing. E. A. Kraft auf den turboelektrischen Antrieb im Vergleich zum Getriebeturbinenantrieb ein. In Deutschland sind z. Z. 3 kleinere turboelektrische Einschraubendampfer im Bau, die bezüglich der Betriebsanlage der „Scharnhorst" gleichen, sowie ein turboelektrischer Fahrgastdampfer mit zwei Voith-Schneider-Propellern. Bei den Dampfkraftwerken hat die neue Arbeitsgemeinschaft deutscher Kraft- und Wärmeingenieure (ADK) des VDI die Feststellung des tatsächlichen Werkstoffaufwandes aufgenommen (Dr.-Ing. E. Schulz), damit die Auswirkung energiewirtschaftlicher Planungen auf den deutschen Werkstoff- und Devisenbedarf zu erkennen ist. Auch sind gewisse Baurichtungen ableitbar, die zu Leitsätzen über die Vereinheitlichung im Bau vom Dampfkraftwerken führen. Aus den guten Betriebserfahrungen mit der neuen Vorschaltanlage im Kraftwerk Scholven der Hibernia AG. (21 000 kW-Ljungström-Turbine, 3 Benson-Kessel von 70 t/h, max. 100 t/h, 125 atü, 530° C, Krämer-Mühlenfeuerung für Steinkohle), hat sich u. a. ergeben, daß mit dem als Kesselbaustof gewählten Sonderstahl CS 65 der deutschen Röhrenwerke be dieser Temperatur dauernd zu fahren möglich ist. Prof. G Masing behandelte einige wichtige Prozesse der technischen Elektrochemie. Die Bedeutung der Wasserstofferzeugung auf Grundlage der nichtmetallischen Elektrolyse für die Energiewirtschaft wurde erörtert. Die Möglichkeit, Erze naß elektrisch aufzubereiten, wurde an der Zinkgewinnung gezeigt. Auf die elektrochemische Herstellung metallischer Überzüge wie Vernickelung und Verchromung als Glanz- und Hartverchromung und auf das Eloxal-Verfahren bei Aluminium, das in ähnlichen Verfahren für andere Metalle zu entwickeln versucht wird, wurde eingegangen. *Pge.*

[1]) Vgl. ETZ 58 (1937) H. 15, S. 402.

Digitized by Google

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen.

Von G. Hauffe, Berlin.

(Schluß von S. 940.)

621. 318. 423. 013. 1

Werden zwei gleiche zweischenklige Kerne verwendet, die übereinstimmend ausgelegten gleichsinnig gewickelten Wechselstromwicklungen gleichsinnig in Reihe geschaltet und mit sinusförmigem Wechselstrom beschickt, die ebenfalls übereinstimmend ausgelegten gleichsinnig gewickelten Gleichstromwicklungen gegensinnig in Reihe geschaltet, so heben sich die ungeradzahligen harmonischen EMKe in der gegensinnigen Reihenschaltung der Gleichstromwicklungen auf. Insbesondere die Grundwellen dieser EMKe (Ordnungszahl 1) können im einzelnen gefährlich hoch sein. Um dies zu vermeiden, liegt es nahe, die Gleichstromwicklungen in einzelne Spulen zu unterteilen, mit der ersten Teilspule des obersten Kernes die erste Teilspule des untersten Kernes gegensinnig in Reihe zu schalten, ebenso mit den zweiten, dritten und weiteren Teilspulen der beiden Kerne zu verfahren und die einzelnen so entstehenden gegensinnigen Reihenschaltungen der Teilspulen unter sich in Reihe zu schalten.

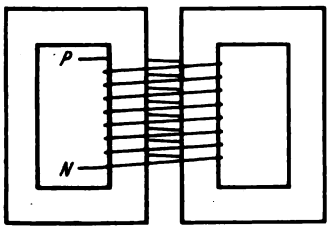


Abb. 8. Drosselspule mit 2 zweischenkligen Kernen und umfassender Vormagnetisierungswicklung.

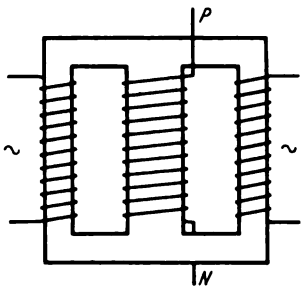


Abb. 9. Dreischenklige Drosselspule mit Vormagnetisierungswicklung auf dem Mittelschenkel.

Im Grenzfall, wenn jeweils Windungen der beiden Kerne gegensinnig in Reihe geschaltet werden, ergibt sich Abb. 8, bei dem die Gleichstromwicklung zwei benachbarte Schenkel der nebeneinander gestellten Kerne gleichzeitig umfaßt.

Werden die Wechselstromwicklungen, unter Inkaufnahme der hierdurch bedingten größeren Streuung, auf den freien Schenkeln der beiden Kerne der Abb. 8 angeordnet, so lassen sich die Kerne zu einem einzigen mit doppeltem Querschnitt des Mittelschenkels vereinigen. So entsteht die dreischenklige Drosselspule gemäß Abb. 9.

Die Wechselstromwicklungen können sowohl in Reihe als auch zueinander parallelgeschaltet werden. Endlich ist auch eine teilweise Reihen- und Parallelschaltung möglich. Wird eine Parallelschaltung angewendet, so braucht diese keine unmittelbare zu sein, sondern kann über zwei mit den Wechselstromwicklungen in Reihe geschaltete Widerstände erfolgen. Die Parallelschaltung der Wechselstromwicklungen hat die Wirkung, daß diese für sich addierende harmonische EMKe und für den magnetischen Gleichfluß eine Kurzschlußwicklung darstellen. Diese kurzschließende Wirkung kann hierbei durch die obenerwähnten Reihenwiderstände bei mittelbarer Parallelschaltung beliebig eingestellt werden (Zeitkonstante für den Vormagnetisierungskreis).

Denkt man sich zwei zweischenklige Kerne mit gleichsinnig geschalteten Wechselstromwicklungen so nebeneinander gestellt, daß die die Wechselstromwicklungen tragenden Schenkel benachbart sind, und setzt man voraus, daß unter Inkaufnahme der hierdurch vergrößerten Streuung die Gleichstromwicklungen auf den freien Schenkeln angeordnet sind, so liegt es nahe, eine einzige, die

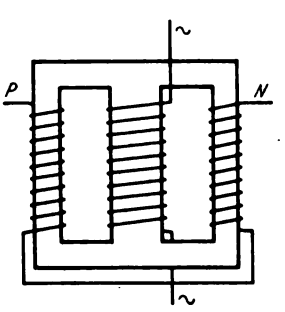


Abb. 10. Dreischenklige Drosselspule mit Vormagnetisierungswicklungen auf den Außenschenkeln.

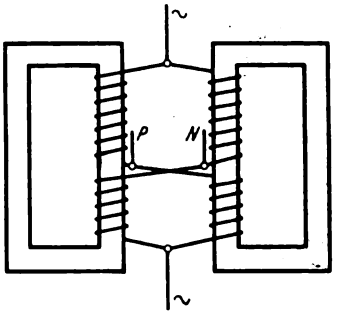


Abb. 11. Drosselspule mit 2 zweischenkligen Kernen und gemeinsamen Wechselstrom- und Vormagnetisierungswicklungen.

beiden benachbarten Schenkel der Kerne umfassende Wechselstromwicklung vorzusehen. Da der im Luftspalt zwischen den beiden Kernen verlaufende Wechselfluß unerwünscht ist, liegt der weitere Schritt nahe, beide Kerne zu einem dreischenkligen Kern mit doppeltem Querschnitt des Mittelschenkels zu vereinigen. So entsteht die dreischenklige Drosselspule gemäß Abb. 10.

Die Anordnung mit zwei zweischenkligen Kernen mit je einer Gleich- und einer Wechselstromwicklung gestattet ferner, sämtliche Wicklungen zu einer Brückenschaltung zu verbinden, in der sich der Vormagnetisierungsstrom und der Wechselstrom störungsfrei überlagern (Zuführung der einen Spannung an Äquipotentialpunkten des Stromkreises in bezug auf die andere Spannung), Abb. 11. Aus dieser ist sofort ersichtlich, daß die freien Schenkel zu einem einzigen von doppeltem Querschnitt vereinigt werden können. So entsteht die dreischenklige Drosselspule mit freiem Mittelschenkel.

Die vierschenkligen Kernformen entstehen durch Vereinigung zweier zweischenkliger Kerne, indem die benachbarten Schenkel nicht zu einem einzigen Schenkel doppelten Querschnittes vereinigt, sondern durch zusätzliche Joche verbunden werden.

Eine Sonderform der vormagnetisierten Drosselspule mit vierschenkligem Kern verdient hervorgehoben zu werden, weil sie die Lösung besonderer Regelaufgaben gestattet (Abb. 12a). Der erste (linke) Schenkel trägt die Gleichstromwicklung, der zweite bildet einen magnetischen Nebenschluß für den Gleichfluß und kann im Bedarfsfall aus Sondermaterial hergestellt werden. Der dritte und vierte Schenkel sind gegebenenfalls von den ersten beiden Schenkeln durch einen Luftspalt l ge-

Digitized by Google

trennt und tragen die Wechselstromwicklungen, die so geschaltet sind, daß der Wechselfluß nur in dem rechten Fensterrahmen verläuft. Solange der zweite Schenkel nicht gesättigt ist, wird die Induktivität L der Drosselspule nicht merklich beeinflußt, sie bleibt also trotz ansteigenden Vormagnetisierungsstromes zunächst konstant und sinkt erst von einem bestimmten Werte des Gleichstromes $I_{\_}$ an ab, Abb. 12 b.

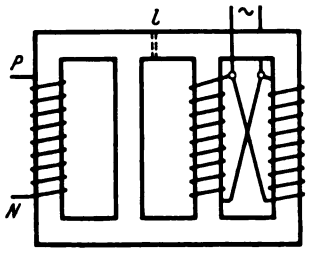


Abb. 12a. Vierschenklige vormagnetisierte Drosselspule mit Sonderkennlinie.

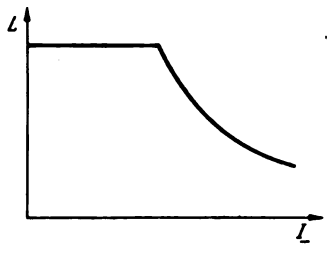


Abb. 12b. Sonderkennlinie der vormagnetisierten Drosselspule gemäß Abb. 12a.

Für Mehrphasenstromkreise lässen sich die besprochenen Einphasenstromanordnungen in einer der Phasenzahl entsprechenden Anzahl verwenden. Werden für Drehstrom drei zweischenklige Kerne vorgesehen und die Gleichstromwicklungen in Reihe geschaltet, so verschwindet die Summe der in diesen induzierten Grundwellen-EMKe, die einzelnen Summanden können indessen verhängnisvoll groß werden. Die Anwendung der besprochenen Wicklungsunterteilung und die gruppenweise Reihenschaltung der Teilspulen führt im Grenzfall zu einer einzigen Gleichstromwicklung, die die benachbarten Schenkel dreier in Sternform zusammengestellter Zweischenkelkerne umfaßt. Kurvenverzerrungen treten selbstverständlich bei diesen Anordnungen auf, da nur drei zweischenklige Kerne verwendet werden. Vorteilhafter ist daher die Verwendung dreier dreischenkliger Kerne, Abb. 13 a, bei der sich eine Kernzusammenfassung gemäß Abb. 13 b vornehmen läßt. Durch Kombination von Drehstromdrosselspulen mit Gleichstromvormagnetisierung, deren Grundwellenflüsse gegeneinander phasenverschoben sind, gelingt eine wirksame Bekämpfung von Oberwellen. Maßgeblich hierfür ist das Gesetz, daß die $n$ten Harmonischen die Phasenverschiebung $n\varphi$ gegeneinander besitzen, bezogen auf ihre Periodendauer, wenn die Grundwellen die Phasenverschiebung φ gegeneinander aufweisen. Bei Parallelschaltung zweier Drehstromdrosselspulen in Sternschaltung kann endlich an Kupfer für die Vormagnetisierungswicklung dadurch gespart werden, daß die vormagnetisierende Gleichspannung zwischen die Sternpunkte der Drosselspulen gelegt wird.

Unter Umständen kann ein bestimmter Oberwellengehalt im Magnetisierungsstrom solcher Drosselspulen aber auch erwünscht sein, insbesondere wenn zur Erzielung eines im Vergleich zum Scheitelwert hohen Effektivwertes ein nahezu trapezförmiger Strom (Elektrowärme) angestrebt wird.

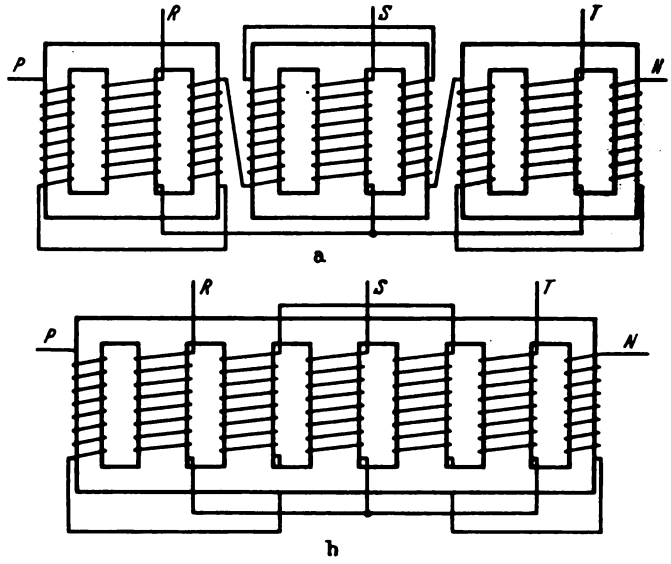


Abb. 13a u. 13b. Gleichstromvormagnetisierte Drehstromdrosselspule a) ohne, b) mit Kernzusammenfassung.

Zur Beeinflussung der Zeitkonstanten einer vormagnetisierten Drosselspule können außer den bei mittelbarer Parallelschaltung der Wechselstromwicklungen vor diesen vorgesehenen Reihenwiderständen solche im Gleichstromkreis sowie Parallelwiderstände zur Vormagnetisierungswicklung dienen. Letztere haben zudem die Eigenschaft, daß sie die hohe EMK der Selbstinduktion in der Gleichstromwicklung bei raschen Änderungen des Vormagnetisierungsstromes wirksam abfangen. Die gleiche Wirkung haben Parallelkondensatoren, u. U. auch Parallelдrosselspulen, zur Gleichstromwicklung. Schließlich ist die Verwendung von Kurzschlußwicklungen zu erwähnen zur Unterdrückung von Wechselflüssen in ausschließlich magnetischen Gleichflüssen vorzubehaltenden Kernteilen.

Anwendung gleichstromvormagnetisierter Drosselspulen in der Starkstromtechnik.

Von G. Hauffe, Berlin.

621. 318. 423. 031. 1

Übersicht).* An Hand des in- und ausländischen Schrifttums wird die Anwendung gleichstromvormagnetisierter Drosselspulen auf folgenden Gebieten der Starkstromtechnik beschrieben: Spannungsregelung von Generatoren, Regelung von Motoren, Anlaßvorgänge, Umsteuerung, Umformerschaltungen, Kompensierung von Ladeströmen langer Fernleitungen, Regelung kompensierender Kondensatoren, Symmetrierung unsymmetrisch belasteter Mehrphasennetze, Übergabe- und Spitzenleistungsregelungen, Erdschlußdrosselspule, Schaltungen zur Erzielung konstanter Verbrauchsspannung, Belastungsdrosselspulen für Prüf- und Eichzwecke, Regeldrosselspulen in Beleuchtungskreisen und Spannungsteilerschaltungen, Ofenregelung und Blinklichtschaltungen.

Die gleichstromvormagnetisierte Drosselspule[1]) gestattet als bequem zu regelnder Blindwiderstand eine vielseitige Anwendung in der Starkstromtechnik nicht nur für die Regelung von Maschinen, sondern auch für die Regelung von Netzen und Netzverbänden.

Für die Anwendung gleichstromvormagnetisierter Drosselspulen bei der Spannungsregelung von

*) Nach einem Vortrag in der Arbeitsgemeinschaft „Allgemeine Elektrotechnik" der VDE-Jungingenieure im Bezirk Berlin-Brandenburg am 8. 4. 1937.

[1]) S. a. G. Hauffe, ETZ 58 (1937) H. 34, S. 937 und S. 989 dieses Heftes.

Digitized by Google

Generatoren kommen zwei Möglichkeiten in Betracht: entweder wird der geregelte Wechselstrom der Drosselspule nach Gleichrichtung zur Erregung des Generators oder seiner Erregermaschine herangezogen oder die geregelte Spannung an der vormagnetisierten Drosselspule, die in diesem Falle in Reihe mit einem Widerstand an der Wechselspannungsquelle liegt. Diese kann eine besondere unabhängige Spannungsquelle sein oder der zu regelnde Generator selbst. Im Falle eines Gleichstromgenerators ist also dessen Anker über Schleifringe ein Wechselstrom zu entnehmen. Als regelnde Einflußgrößen kommen in Betracht vor allem die Generatorspannung selbst, ferner der Generatorstrom (über- oder unterkompoundierend), endlich bei Wechselstromgeneratoren der Leistungsfaktor. Da die Einflußgrößen gleichstromvormagnetisierend wirken sollen, sind sie im Bedarfsfall vorher mit beliebigen Mitteln gleichzurichten, gegebenenfalls nach erfolgter Transformierung. Gleichspannungen oder -ströme können, bevor sie den Vormagnetisierungswicklungen zugeführt werden, durch Vorwiderstände, Spannungsteiler, spannungsabhängige Brückenschaltungen oder Nebenschlüsse verringert werden. Wird die Erregerenergie einer unabhängigen Wechselspannungsquelle entnommen, so ist zur Erzielung einer konstanten Speisespannung des Erregerkreises unter Umständen die Zwischenschaltung eines bekannten Spannungsgleichhalters erforderlich. Nach den erläuterten Gesichtspunkten gelingt eine Regelung von Generatorspannungen entweder last- oder drehzahlabhängig.

Für die Regelung von Motoren kommen vor allem folgende Aufgaben in Frage:

1. Einhaltung einer bestimmten Drehzahl trotz schwankender Speisespannung: Die die Regeldrosselspule vormagnetisierende Einflußgröße ist selbstverständlich die Speisespannung. Bei Gleichstrommotoren dient der gleichgerichtete Wechselstrom der Drosselspule oder die gleichgerichtete Wechselspannung an der Drosselspule, die in diesem Fall wieder in Reihe mit einem unveränderlichen Widerstand an der die Erregerenergie liefernden Wechselspannungsquelle liegt, zur Motorerregung. Die Wechselspannungsquelle für die Erregerenergie kann auch hier eine unabhängige Quelle oder eine zu Schleifringen geführte Spule des Motorankers selbst sein. Bei Einphasen-Reihenschlußmotoren kann man die Regeldrosselspule parallel zum Motorfeld, bei Drehstrom-Reihenschlußmotoren parallel zum Anker legen.
2. Einhaltung einer bestimmten Drehzahl trotz schwankender Last: Die die Regeldrosselspule vormagnetisierenden Einflußgrößen sind der Motorstrom oder die (durch eine Tachometerdynamo elektrisch abgebildete) Motordrehzahl oder beide. Die Tachometerdynamospannung bei der Solldrehzahl kann erstmalig durch Bürstenverschiebung eingestellt werden.
3. Anlaßvorgänge: Bei diesen müssen der die Zuschaltung des Motors bewirkende Schalter bzw. die Weiterschaltung des Anlassers auf die nächste Stufe und die Vormagnetisierung der Drosselspule voneinander abhängig gemacht werden (Verriegelungsschaltungen). Beispiele hierfür sind das Anlassen (leeranlaufender) Induktionsmotoren mit vormagetisierter Drosselspule im Ständerkreis, ebenso auch der asynchrone Anlauf von Synchronmotoren oder Einankerumformern, oder Anlaßschaltungen von Einphasen-Reihenschlußmotoren mit Anlasser und mit vormagnetisierter Drosselspule parallel zum Feld, endlich die auf einem ausländischen Vorschlag beruhende vollkommen selbsttätige Anlaßschaltung mit gleichzeitig selbsttätiger Schutzwirkung bei ausbleibender Spannung gemäß Abb. 1: Außer dem Hauptschalter sind keine mechanisch beweglichen Teile vorhanden, die Vormagnetisierung der Drosselspule ist abhängig von der Motorspannung, im Stillstand des Motors, also vor dem Anlauf bzw. nach Fortfall der Netzspannung, somit annähernd Null. Während des Anlaufes steigen die Motordrehzahl, die Motorklemmenspannung und die Drosselspulen-Vormagnetisierung, die Drosselspulen-Klemmenspannung nimmt ab. Soll nach Beendigung des Anlaufvorganges die Drosselspule im Stromkreis verbleiben, so muß sie für niedrige Verluste ausgelegt werden und wird entsprechend teuer. Werden Synchronmotoren nach diesem Grundsatz asynchron angelassen, so kann die Drosselspule bei $\cos\varphi = 1$-Betrieb ohne schädlichen Einfluß auf die Motorspannung im Stromkreis verbleiben, da ihre Klemmenspannung nahezu senkrecht auf derjenigen des Motors steht.

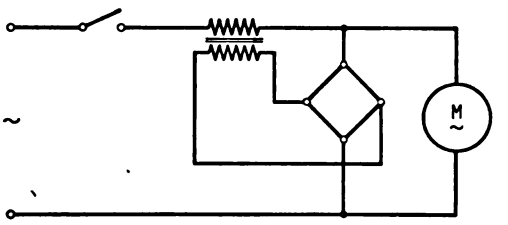


Abb. 1. Selbsttätige Anlaßschaltung für Motoren mit vormagnetisierter Drosselspule.

4. Umsteuerung von Mehrphasenmotoren: Schaltet man vier gleichbemessene Drosselspulen mit je zwei Vormagnetisierungswicklungen zu einem Netzwerk nach Art einer Wheatstoneschen Brücke zusammen, magnetisiert man sie durch einen Vormagnetisierungsstrom I_{1-} vor und läßt man den zweiten Vormagnetisierungsstrom I_{2-} so auf die Drosselspulen einwirken, daß er die durch den Strom I_{1-} bewirkte Vormagnetisierung in zwei diametral gegenüberliegenden Drosselspulen verstärkt, in den beiden anderen Drosselspulen schwächt, so ist die Brückenspannung Null, solange $I_{2-} = 0$ ist; sie kehrt ihre Phase um 180° um, wenn I_{2-} von endlichen positiven Werten in negative übergeht. Nach diesem Grundsatz lassen sich z. B. Zweiphasenmotoren umsteuern, deren eine Phasenspannung unverändert bleibt, deren andere Phasenspannung der beschriebenen Brückenschaltung entnommen wird.

In Umformerschaltungen (Gleichrichter, Einankerumformer) kann die vormagnetisierte Drosselspule dazu herangezogen werden, in Abhängigkeit vom gelieferten Gleichstrom eine bestimmte Gleichspannung zu liefern, die ihrerseits die Vormagnetisierung der Drosselspule mit beeinflussen kann. Sie kann auch dazu benutzt werden, den $\cos\varphi = 1$-Betrieb sicherzustellen (Einankerumformer). In solchen Schaltungen kann die Regeldrosselspule unmittelbar in Reihe mit dem Umformer oder in Reihe mit der Erregerwicklung eines dem Umformer vorgeschalteten Zusatztransformators liegen. Die Anwendung der vormagnetisierten Drosselspule ist endlich bei Einankerumformern zur Polaritätssicherung vorgeschlagen worden. Der wechselstromseitig angelassene Einankerumformer fällt bekanntlich mit beliebiger Polarität in Tritt. Wird die Auslösespule des Gleichstromschalters in Reihenschaltung mit einer vormagnetisierten Drosselspule von einer Wechselspannung gespeist, die Vormagnetisierung der Drosselspule von der Umformergleichspannung abgeleitet, wobei ein eben die Polarität sichernder Einweggleichrichter der Vormagnetisierungswicklung vorzuschalten ist, so erfolgt die Schalterschließung nur bei richtiger Polarität.

In Netzen erlaubt die vormagnetisierte Drosselspule eine sehr vielseitige Anwendung. Bei der Kompensierung der Ladeströme langer Fernleitungen, für die die Drosselspule in längs der Leitung verteilten

Digitized by Google

selbständigen Einheiten oder im Zusammenwirken mit in Reihe geschalteten nicht regelbaren Einheiten verwendet werden kann, ist der Oberwellenfrage erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen, um einer Verseuchung der Netze durch Oberwellen vorzubeugen. Das Fehlen mechanisch beweglicher Teile, die hierdurch bedingte geringere Wartung, der gute Wirkungsgrad solcher Drosselspulen gegenüber synchronen oder anderen Blindleistungsmaschinen, endlich die Möglichkeit, solche Spulen für beliebige Spannungen auszulegen, sind Vorteile, denen an Nachteilen gegenüberstehen eine gewisse Trägheit der Regelung und die ausschließliche Wirkung als induktiver Widerstand, endlich der umständliche Kern- und Wicklungsaufbau, der durch die Oberwellen bedingt ist.

Über die vormagnetisierte Drosselspule als Kurzschlußdrosselspule ist schon an Hand der Abb. 4 der Arbeit über gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen[2]) das Wesentliche gesagt worden. Als solche kann sie vor Generatoren, Umformern und zwischen Sammelschienenabschnitten verwendet werden. Der sich einstellende Kurzschlußstrom ist durch den Vormagnetisierungsstrom festzulegen.

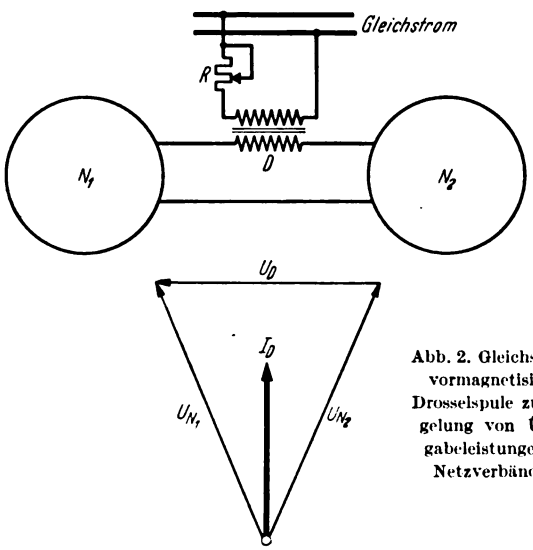


Abb. 2. Gleichstromvormagnetisierte Drosselspule zur Regelung von Übergabeleistungen in Netzverbänden.

Als bequem regelbare induktive Blindwiderstände eignen sich vormagnetisierte Drosselspulen in Netzen ferner für die stufenlose Regelung kompensierender Kondensatoren, wobei die Parallelschaltung zu den Kondensatoren der Reihenschaltung mit diesen vorzuziehen ist (Spannungsresonanz), weiter für die Symmetrierung unsymmetrisch belasteter Mehrphasensysteme, bei der es bekanntlich darauf ankommt, die pulsierende Last eines Einphasenverbrauchers durch eine gegensinnig pulsierende Last eines (nach Maßgabe der Einphasenlast zu regelnden) Blindverbrauchers zu kompensieren, endlich zur Übertragung unveränderlicher Übergabeleistungen zwischen Netzen mit einer gewissen Elastizität in bezug auf den Phasenwinkel zwischen den Netzspannungsvektoren, Abb. 2. Die Netze N_1 und N_2 sind über die Drosselspule D gekuppelt, deren Vormagnetisierungsstrom durch den Widerstand R geändert werden kann und die konstant gehaltene Übergabeleistung bestimmt. Aus dem zugehörigen Vektordiagramm läßt sich errechnen, daß die Abhängigkeit der Drosselspulenspannung U_D vom Drosselspulenstrom I_D (Übergabestrom) bei konstanter Übergabeleistung mit der durch die Kennlinien der Abb. 1 der Arbeit über gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen[3]) dargestellten Abhängigkeit weitgehend übereinstimmt. U_D und I_D werden hierbei berechnet unter der Annahme, daß U_{N_1} und U_{N_2} verschiedene Winkel miteinander einschließen, und daß $U_{N_1} I_D \cos \sphericalangle (U_{N_1} I_D) = \text{const}$. Mit der beschriebenen Netzkupplung gelingt es auch, von zwei parallelen Kuppelleitungen die eine nahezu unveränderlich zu belasten.

Im Zusammenhang mit der besprochenen Übergabeleistungsregelung sei auf eine Spitzenleistungsregelung gemäß Abb. 3 hingewiesen. Zwei Wechsel-

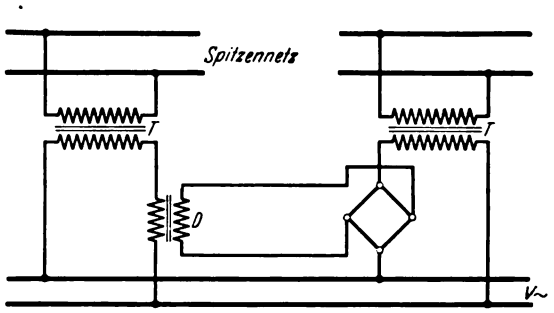


Abb. 3. Spitzenleistungsregelung mittels gleichstromvormagnetisierter Drosselspule.

stromnetze, von denen das linke nur die Spitzenleistungen liefern soll, speisen in Parallelschaltung über Transformatoren T den Verbraucher $V_\sim$. Die Drosselspule D ist nach Maßgabe des vom rechten Netz gelieferten gleichgerichteten Stromes vormagnetisiert und im übrigen gemäß Abb. 12 a/b der Arbeit über gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen[3]) bemessen. Der Blindwiderstand der Drosselspule D bleibt also zunächst konstant, und solange beteiligt sich das Spitzennetz nicht an der Leistungslieferung. Dies geschieht vielmehr erst bei abnehmender Induktivität der Drosselspule D, d. h. von einem gewissen Grenzwert des dem rechten Netz entnommenen Stromes ab.

Aus Japan stammt ein Vorschlag, die bekannte Erdschlußdrosselspule durch Gleichstromvormagnetisierung abzustimmen und bei Erdschluß in Abhängigkeit vom Spulenstrom eine Verstimmung so zu bewirken, daß eine selektive Abschaltung der fehlerhaften Leitung herbeigeführt wird.

Entsprechend der Häufigkeit und der Dringlichkeit der Aufgabe, konstante Verbrauchsspannung trotz schwankender Netzspannung oder wechselnden Bedarfs zu erzielen, ist die Zahl der hierfür ersonnenen Schaltungen außerordentlich groß. Zwei Fälle sind hier zu unterscheiden:

1. Die Verbraucherspannung ist stets kleiner als die kleinstmögliche Speisespannung.
2. Die Verbraucherspannung ist stets größer als die Speisespannung.

Im ersteren Fall bestehen wieder zwei grundsätzlich verschiedene Lösungsmöglichkeiten der gestellten Aufgabe:

a) Dem Verbraucher wird ein regelbarer Widerstand (vormagnetisierte Drosselspule) vorgeschaltet.
b) Dem Verbraucher wird ein Festwiderstand vorgeschaltet und ein regelbarer Widerstand (vormagnetisierte Drosselspule) parallelgeschaltet.

Im zweiten Fall ist die Verwendung von Transformatoren erforderlich, deren Erregung mittels vormagnetisierter Drosselspulen in Reihenschaltung zur Erregerwicklung oder deren Belastung mittels vormagnetisierter Drosselspulen in Parallelschaltung zur Sekundärwicklung in geeigneter Weise gesteuert wird. Schließlich können auch zwischen Transformatoranzapfungen aus vormagnetisierten Drosselspulen aufgebaute induktive Spannungsteiler gelegt und passend beeinflußt werden. Als Einflußgrößen kommen in allen Fällen in Frage die schwankende Speisespannung oder der veränderliche Laststrom, die

[2]) ETZ 58 (1937) H. 34, S. 938.
[3]) ETZ 58 (1937) H. 34, S. 937.

Digitized by Google

konstant zu haltende Verbraucherspannung oder der wechselnde Leistungsfaktor der Last. Es ist auch vorgeschlagen worden, zur Spannungsregelung in Netzen einen Zusatztransformator als dreischenkligen Streutransformator auszubilden, dessen einer Schenkel die Erregerwicklung trägt, und dessen Mittelschenkel als Streupfad eine mit einer gesteuerten vormagnetisierten Drosselspule belastete Tertiärwicklung trägt, die den primär erzeugten Fluß mehr oder weniger in den die Zusatzwicklung tragenden dritten Schenkel verdrängt.

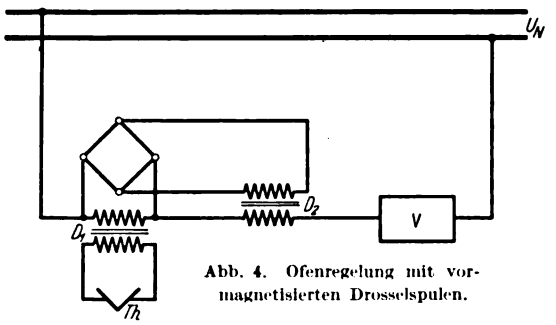


Abb. 4. Ofenregelung mit vormagnetisierten Drosselspulen.

Werden gleichstromvormagnetisierte Drosselspulen als regelbare Belastungswiderstände zu Prüfzwecken für Generatoren oder zu Eichzwecken für Meßinstrumente herangezogen, so ist der Oberwellenfrage besondere Beachtung zu schenken. Die durch die höheren Eisenverluste bedingte stärkere Erwärmung der Drosselspulen kann wegen der im allgemeinen nur verhältnismäßig kurzen Prüfdauer in Kauf genommen werden.

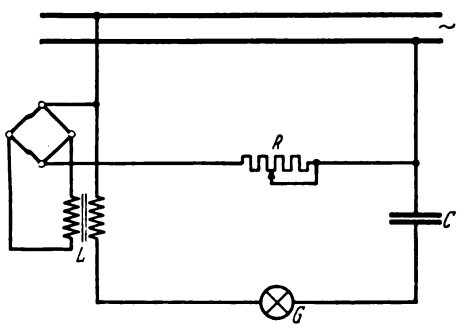


Abb. 5. Blinklichtschaltung mit gleichstromvormagnetisierter Drosselspule und Kippschwingungskreis.

Als induktive Regelwiderstände eignen sich vormagnetisierte Drosselspulen ferner in Beleuchtungskreisen für einzelne Lampen oder Gruppen von Lampen, weiter in Spannungsteilerschaltungen zur Erzielung phasen- oder größenveränderlicher Steuerspannungen für gittergesteuerte Entladungsgefäße, endlich zur Ofenregelung.

Gemäß Abb. 4 sind dem Ofen V zwei vormagnetisierte Drosselspulen D_1 und D_2 vorgeschaltet. Die Vormagnetisierung der ersten wird von einem die Ofentemperatur überwachenden Thermoelement Th gesteuert, die der zweiten von der gleichgerichteten Spannung an der ersten Drosselspule. Steigt die Ofentemperatur, so erhöht sich die Vormagnetisierung der Drosselspule D_1, es verringern sich ihr Blindwiderstand und ihre Klemmenwechselspannung und mit dieser die Vormagnetisierung der Drosselspule D_2. Deren Blindwiderstand vergrößert sich bei geeigneter Bemessung mehr, als sich der Blindwiderstand der Drosselspule D_1 verringert, so daß der Ofenstrom und die Ofentemperatur zurückgehen.

Zum Schluß sei auf die vielseitige Verwendbarkeit der vormagnetisierten Drosselspule in Blinklichtschaltungen kurz eingegangen, Abb. 5. In einem kippfähigen Schwingungskreis liegen in Reihenschaltung ein Kondensator C, das Blinklicht G und die vormagnetisierte Drosselspule L, deren Vormagnetisierungswicklung über den Widerstand R und eine Gleichrichteranordnung in Graetzschaltung aus dem Wechselstromnetz gespeist wird. Beim Kippen des Kreises setzt ein Ausgleichsvorgang im Vormagnetisierungskreis ein, der eine Verstimmung des Kippkreises und ein Zurückkippen bewirkt. Ist dieser Ausgleichsvorgang abgeklungen, so setzt erneutes Kippen ein usw. Die Blinkfrequenz ist durch die Größe des Widerstandes R einstellbar und von Schwankungen der Speisespannung, die lediglich die Lebensdauer der Lampe G gefährden, nahezu unabhängig.

Aus dem Schrifttum.

1. Verwendung von Transformatoren als Drosselspulen bei der Prüfung von Dynamos. ETZ 30 (1909) S. 310.
2. M. Osnos, Regelung von ein- und mehrphasigen Wechselstrom-Kommutatormaschinen mittels Gleichstrom. ETZ 39 (1918) S. 205, 215, 224.
3. Löschdrossel mit Gleichstrom-Vormagnetisierung, nach M. Terada. ETZ 31 (1930) S. 1726.
4. K. Baudisch, Neuerungen im Bau und in der Verwendung von Kupferoxydul-Gleichrichtern. ETZ 55 (1934) S. 210.
5. K. Maier, Eine neue Kippdrossel. ETZ 55 (1934) S. 1026.
6. H. Schunck, Der Wechselfluß einer Eisenkernspule mit überlagerter Gleichstrommagnetisierung. Arch. Elektrotechn. 12 (1923) S. 428.
7. M. Stöckl, Wellenstrommagnetisierung und Wellenstrommessungen mit eisenhaltigen Meßgeräten. Arch. Elektrotechn. 14 (1924) S. 75.
8. W. v. Flatow, Ladegleichrichter in selbsttätigen Fernsprechämtern. Siemens-Z. 15 (1935) S. 207.
9. V. Paetow, Transformator als Bühnenregler. AEG.-Mitt. (1932) S. 376.
10. M. Osnos, Ein neues Verfahren zum Synchronisieren von ein- und mehrphasigen Synchronmaschinen. Elektrotechn. u. Masch.-Bau 35 (1917) S. 29.
11. Die Theorie von gleichstromerregten Eisenkerndrosseln, nach Boyajian. Elektrotechn. u. Masch.-Bau 45 (1927) S. 705.
12. G. Meiners, Ein Regulierverfahren für gittergesteuerte Glas- und Eisengleichrichteranlagen. Elektrotechn. u. Masch.-Bau 51 (1933) S. 502.
13. Système de réglage de circuits á courants alternatifs. Ind. électr. 43 (1934) S. 161.
14. B. S. Burke, Symphonics in light. Electr. J. 28 (1931) S. 372.
15. E. C. Wentz, Direct-current controlled reactor. Electr. J. 28 (1931) S. 561.
16. D. M. Rollins u. B. S. Burke, Theater lighting control. Electr. J. 32 (1935) S. 477.
17. C. P. West u. J. D. Applegate, A generator-voltage regulator without moving parts. Electr. J. 33 (1936) S. 181.
18. C. V. Aggers u. W. E. Pakala, Direct-Current Controlled Reactors. Electr. J. 34 (1937) S. 55.
19. F. H. G. Macrae, Electricity in the theatre. Electr. Rev. 112 (1933) S. 266.
20. G. W. Stubbings, Impedance control by d. c. Electr. Rev. 112 (1933) S. 736.
21. D. K. Blake, The application of the saturated-core reactor and regulator. J. Amer. Inst. electr. Engng. 43 (1924) S. 604.
22. A. Boyajian, Theory of d.—c. excited iron-core reactors and regulators. J. Amer. Inst. electr. Engng. 43 (1924) S. 958.
23. F. Coffin, Improvising a current limiting reactor by d.—c. excitation of a pair of transformers. Gen. Electr. Rev. 20 (1917) S. 821.
24. E. F. W. Alexanderson, Transoceanic radio communication. Gen. Electr. Rev. 23 (1920) S. 794.
25. E. E. Bucher, The Alexanderson system for radio communication. Gen. Electr. Rev. 23 (1920) S. 813.
26. W. P. Simpson, An identification tag for the airpot. Gen. Electr. Rev. 36 (1933) S. 326.
27. C. G. Suits, Flashing lamps without moving parts. Electr. Wld. 99 (1932) S. 1098.
28. P. Sporn u. G. G. Langdon, Electronic battery charger. Electr. Wld., 105 (1935) S. 1889.
29. J. B. Taylor, Even harmonics in alternating-current circuits. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 28 (1909) Tl. I, S. 725.
30. Taylor, Diskussionsbeitrag. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 33 (1914) Tl. II, S. 1545.
31. C. G. Suits, Studies in non-linear circuits. Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 50 (1931) Tl. II, S. 724.
32. The use of transformers as choking coils for the testing of alternators. Electr. Engng., Lond., 4 (1908) S. 817.
33. J. D. Coales, On a method of using transformers as choking coils and its application to the testing of alternators. Electrician 62 (1909) S. 412.
34. A method of using transformers as choking coils. Electrician 62 (1909) S. 473.
35. C. G. Suits, Non-linear circuits for relay applications. Electr. Engng. 50 (1931) S. 963.
36. T. M. Austin u. F. W. Cooper, Two applications of nonlinear circuits. Electr. Engng. 53 (1934) S. 293.
37. M. Terada, Grounding Reactor with d.—c. excited iron core. Sel. Pap. J. Inst. electr. Engrs. Jap. (1928) H. 16.
38. F. Friedländer u. W. Wiskott, Zwei Vorschläge zur Regelung des Leistungsaustausches zwischen großen Netzen. Bul. schweiz. elektrotechn. Ver. 27 (1936) S. 571.

Digitized by Google

Der Jungingenieur in den V. S. Amerika.

331. 71 : 621. 3

Der Aufsatz[1]) stammt von einem Praktiker, der nicht etwa infolge einer Lehrtätigkeit den Jungingenieuren näherkam, sondern durch seine Stellung Gelegenheit hatte, die geistige Haltung und das Fortkommen des Nachwuchses zu beobachten. Von diesem Blickwinkel aus untersucht er die augenblickliche und künftige Lage für die Jungingenieure, ohne dabei als Prophet auftreten zu wollen.

Die Krise in Amerika brachte es mit sich, daß wie auch anderswo einschneidende Änderungen des Ingenieurstudiums vorgeschlagen wurden. Da der Ingenieur irgendwie mitschuldig sei an der Arbeitslosigkeit, sollte das Studium auf eine so breite Grundlage gestellt werden, daß er befähigt würde, alle sozialen Mißstände und Krisen, die auch nur im entferntesten etwas mit Technik zu tun haben, zu beseitigen. Allerdings wäre die jetzige Krise in Amerika auch nicht bei einer solchen Vorbildung der Ingenieure vermieden worden, da der bei einer Firma angestellte Ingenieur gar keine Möglichkeit dazu hat. Er kann höchstens die Selbstkosten des eignen Werkes weitgehend senken, um das Werk und damit seine Arbeit zu erhalten. Weiter kann er auch neue Gegenstände schaffen zu einem Kaufpreis, den ein Großteil der Bevölkerung zu zahlen in der Lage ist. Daraus ergibt sich aber, zukünftig gerade vertiefte Ausbildung in den Ingenieurfächern zu fordern. Eine Schmälerung zugunsten nichttechnischer Fächer ist dagegen ein Schritt in falscher Richtung. Das Ziel, bessere Ingenieure heranzubilden, kann nicht erreicht werden durch zu große Spezialisierung auf ein interessierendes Teilgebiet, sondern es sollte auch auf die Wirtschaftswissenschaft Wert gelegt werden, nicht wie bisher rein theoretisch, sondern in ihren praktischen Anwendungen. Ein weiteres wichtiges Fach ist Psychologie. Da sowohl der Verkaufsingenieur wie der Entwicklungsingenieur aus der Psychologie Nutzen ziehen können, müßte sie als Wahlfach an den Hochschulen gelehrt werden.

Das Studium der Wirtschaftswissenschaften ist in der amerikanischen Praxis nicht so angesehen wie z. B. das der Elektrotechnik oder des Maschinenbaus. Schuld daran ist der Mangel eines genügend praktischen Hintergrundes. Das zeigt sich auch in dem wirtschaftswissenschaftlichen Schrifttum, das meist geschichtliche Überblicke bringt, aber keine Verfahren zum Analysieren betriebswirtschaftlicher Fragen. Ein weiterer Grund, dieses Studium nicht einzuführen, ist die ablehnende Haltung der Industrie, die in der Krise selbst gelernt hat, die Verwaltungskosten niedrig zu halten.

Wirtschaftsfragen der Technik sind so eng mit der Arbeit des Ingenieurs verbunden, daß es nicht angemessen erscheint, sie von besonderen Personen bearbeiten zu lassen. Da der Ingenieur selbst diesen Dingen die nötige Aufmerksamkeit widmen muß, werden vielmehr Ingenieure mit wirtschaftlichem und kaufmännischem Gefühl als betriebswirtschaftliche Fachleute gesucht. Gerade für Verkaufsingenieure wäre es wünschenswert, in den letzten Semestern statt höherer technischer Fächer psychologische und wirtschaftswissenschaftliche Wahlfächer einzuführen.

Ein zu langes Verweilen auf der Hochschule hält der Verfasser für gefährlich, da der Ingenieur sich erst während des Berufs vervollkommnet. Initiative und Entschlossenheit sind Eigenschaften, die nicht auf der Hochschule erworben werden. Ein Verbleiben auf der Hochschule ist nur denen zu raten, die hochstehende wissenschaftliche Arbeiten später aufnehmen, denn in 90% der Stellungen reicht zunächst die bis zur Prüfung erhaltene technische Ausbildung aus. Zum Weiterstudium, auch in Abendkursen, sind Fächer zu wählen, die nicht zu eng mit dem Berufszweig zusammenhängen. Ein Elektrotechniker z. B. sollte höhere Mathematik, Physik und physikalische Chemie wählen.

Der Verfasser geht dann im einzelnen auf die Anstellungsaussichten des Jungingenieurs in der amerikanischen Elektroindustrie ein. In den V. S. Amerika hält die Einstellung neuer Kräfte mit dem Aufstieg der Industrie nicht Schritt, sie erfolgt langsamer. Die Industrie hat die Wahl zwischen Jungingenieuren und unbeschäftigten erfahrenen Leuten, die als starke Wettbewerber für die Anfänger auftreten. Der Jungingenieur ist aus folgenden Gründen im Vorteil:

1. Er bringt Begeisterung und Mut mit, die gerade nach der Krise erwünscht sind.
2. Während der Krise wurden meist die jüngeren entlassen, so daß die Überalterung in den leitenden Stellen gute Aussichten ermöglicht.
3. Man ist in Amerika allgemein geneigt, sich jetzt früher zur Ruhe zu setzen.
4. Erfahrene Ingenieure sehen gern anpassungsfähige Assistenten.
5. Die Gehälter für Jungingenieure sind geringer.
6. Der alte erfahrene und urteilsfähige Ingenieur veraltet mit seinen Theorien und hängt immer mehr von den Jungen ab, die die neuesten Theorien und Verfahren von der Schule her beherrschen.

Nach der Einstellung liegt das Fortkommen in der eignen Hand. Es schadet nichts, wenn eine nicht ganz den Träumen entsprechende Stellung angenommen wird. Bedauert hat es niemand, wenn sein Wunsch, große Kraftwerke oder Lokomotiven zu bauen, elektrische Bahnen zu entwerfen usw. nicht in Erfüllung ging, denn interessante Fragen stecken in beinahe jeder technischen Arbeit.

Bisher wurde die Erziehung des Ingenieurs mehr von den praktischen Erfordernissen betrachtet, es ist dabei die gute Allgemeinbildung zu kurz gekommen. Erst sie ermöglicht ein reicheres Leben und ein Hinübergleiten über die kleinen Unannehmlichkeiten des Werktags. Nach dem Studium sollte der Ingenieur dauernd bemüht sein, sein Blickfeld in dieser Richtung zu erweitern. Unbegrenzte Möglichkeiten dafür sind vorhanden.

Die Frage: „Wie macht es der erfolgreiche Ingenieur?" ist infolge der vielen Zweige der Technik schwer allgemein zu beantworten. Indessen besteht ein Grundsatz, stets Ausgeglichenheit zu erstreben zwischen Charakter und technischem Können. Der Ingenieur wird ferner nicht danach beurteilt, was er weiß, sondern danach, was er schafft. Er soll nicht zuviel Zeit mit zusätzlichen Studien verbringen, da die Schaffenskraft darunter leidet. Trotzdem der Ingenieur viele neue Gedanken haben soll, muß er die Ausführung auf das beschränken, was sich in vernünftiger Zeit bewältigen läßt. Die für Lösung von Teilaufgaben erforderliche Spezialisierung soll der Ingenieur nicht zu weit treiben, wenn er sein Blickfeld behalten will. Erfolgreiche Arbeit erfordert Optimismus, Mut und Zähigkeit, aber der Ingenieur soll seine Arbeit prüfen, ob er nicht Anstrengungen an ein Vorhaben wendet, das z. Z. nicht ausführbar ist oder dessen wirtschaftliche Wichtigkeit in keinem Verhältnis zur Aufwendung steht. Zum Fortkommen des Jungingenieurs gehören außer der wissenschaftlichen Fähigkeit: Initiative, Kampfgeist, Charakter und Persönlichkeit. Gute Kräfte werden jetzt wie immer gesucht. *G. Sn.*

[1]) R. E. Hellmund, Electr. Engng. 55 (1936) S. 329

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Bekanntmachung.

Ausschuß für Isolatoren. Ausschuß für Freileitungen.

Der Ausschuß für Isolatoren hat Umstellnormblätter zu DIN VDE 8007 und DIN VDE 8009, sowie Umstellvorschriften zu VDE 0446, der Ausschuß für Freileitungen Umstellvorschriften zu VDE 0210 ausgearbeitet, die nachstehend unter den Bezeichnungen

DIN VDE 8007 U Kappenisolatoren Reihe K mit gekitteter Klöppelbefestigung

DIN VDE 8009 U Vollkernisolatoren Reihe VK mit gekitteter Kappenbefestigung

VDE 0446 U/1937 Umstellvorschriften für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an

VDE 0210 U/1937 Umstellvorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen.

veröffentlicht werden.

Die vorgenannten Umstellnormblätter mit den dazugehörigen Umstellvorschriften tragen der Bleieinsparung Rechnung und beziehen sich auf Kappenisolatoren mit gekitteter Klöppelbefestigung und Vollkernisolatoren mit gekitteter Kappenbefestigung. Diese Umstellnormblätter und Umstellvorschriften gelten auf Grund einer Ermächtigung des Vorsitzenden des VDE als genehmigt und treten am 15. September 1937 in Kraft.

Der Ausschuß für Isolatoren hatte in ETZ 58 (1937) S. 519 einen Entwurf zu VDE 0444 veröffentlicht. Diese Arbeit, gegen deren Entwurf keine Einsprüche eingegangen waren, wurde vom Vorsitzenden des VDE im August 1937 genehmigt. Sie tritt mit dem gleichen Wortlaut der Entwurfsfassung als

VDE 0444/1937 Vorschriften für die Prüfung von Isolatoren für Fernmeldefreileitungen

mit Wirkung ab 1. Oktober 1937 in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
Blendermann

Umstellnorm DIN VDE 8007 U.

Kappenisolatoren Reihe K mit gekitteter Klöppelbefestigung.

Änderungen gegenüber DIN VDE 8007.

Gekittete Kappenisolatoren nach DIN VDE 8007 U erhalten die VDE-Bezeichnung K 1 U, K 2 U, K 3 U, K 4 U und haben dieselben Abmessungen wie die Isolatoren K 1 bis K 4 nach DIN VDE 8007 2. Ausgabe vom Juni 1932. Größere Typen werden im Umstellnormblatt nicht vorgesehen.

Die Bruch- und Prüflastwerte der gekitteten Kappenisolatoren nach DIN VDE 8007 U gehen aus folgender Tafel hervor:

VDE-Bezeichnung	Bruchlast t mindestens	Stück-Prüflast[1]) t	Dauer-Prüflast[2]) t
		1 min	1 Jahr
K 1 U	2,5	1,5	1,5
K 2 U	4,2	2,1	2,1
K 3 U	6,0	3,0	3,0
K 4 U	7,0	3,6	3,6

[1]) Bei der mechanischen Vorprüfung darf keine Formveränderung der Kappe auftreten.

[2]) Die Dauer-Prüflast ist vom Hersteller zu gewährleisten und dient zur Kennzeichnung der Zuordnung des Isolators für einen bestimmten Leitungsquerschnitt nach VDE 0210 U „Umstellvorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen".

Prüfverfahren nach VDE 0446 U „Umstellvorschriften für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an".

Inkraftsetzung September 1937.

Umstellnorm DIN VDE 8009 U.

Vollkernisolatoren Reihe VK mit gekitteter Kappenbefestigung.

Änderungen gegenüber DIN VDE 8009.

Gekittete Vollkernisolatoren nach DIN VDE 8009 U erhalten die VDE-Bezeichnung VK 1 U, VK 2 U, VK 2 v U, VK 3 U, VK 4 U und haben dieselben Abmessungen wie die Isolatoren VK 1 bis VK 4 nach DIN VDE 8009 2. Ausgabe vom Mai 1937. Größere Typen werden im Umstellnormblatt nicht vorgesehen.

Die Bruch- und Prüflastwerte der gekitteten Vollkernisolatoren nach DIN VDE 8009 U gehen aus nachstehender Tafel hervor:

VDE-Bezeichnung	Bruchlast t mindestens	Stück-Prüflast[1]) t		Dauer-Prüflast[3]) t
		während der 1. Min.[2])	während der 2. u. 3. Min.	während 1 Jahr
VK 1 U	2,5	2,2	1,9	1,5
VK 2 U	3,0	2,5	2,1	2,1
VK 2 v U	4,2	3,6	3,0	2,1
VK 3 U	5,4	4,5	3,8	3,0
VK 4 U	6,2	5,0	4,3	3,6

[1]) Bei der mechanischen Vorprüfung darf keine Formveränderung der Kappen auftreten.

[2]) Nach der 1 Minuten-Prüfung ist der Isolator vollständig zu entlasten.

[3]) Die Dauer-Prüflast ist vom Hersteller zu gewährleisten und dient zur Kennzeichnung der Zuordnung des Isolators für einen bestimmten Leitungsquerschnitt nach VDE 0210 U „Umstellvorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen".

Prüfverfahren nach VDE 0446 U „Umstellvorschriften für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an".

Inkraftsetzung September 1937.

VDE 0446 U/1937.

Umstell-Vorschriften für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an.

Gültig ab 15. September 1937[1]).

Diese Umstellvorschriften haben den gleichen Wortlaut wie VDE 0446/1929 „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an" mit Ausnahme der nachstehenden abweichenden Fassung der ersten beiden Sätze von § 10 und § 11:

§ 10.

Mechanische Dauerprüfung von Kappenisolatoren unter Spannung.

Bei Kappenisolatoren mit gekitteter Klöppelbefestigung ist der Dauer-Prüflastwert vom Hersteller zu gewährleisten. Dabei ist der voraussichtliche Verlauf der Dauerlastkurve (kritische Last, bei der entweder elektrischer Durchschlag oder Vollbruch eintritt, abhängig von der Belastungszeit) anzugeben und der Nachweis hierfür durch kurzzeitigere Belastungsversuche zu erbringen, deren Dauer und Belastungshöhe zwischen Hersteller und Abnehmer zu vereinbaren ist. Bei dieser Prüfung soll eine Spannung dicht unterhalb der bei der Prüfanordnung gegebenen Trockenüberschlagspannung wenigstens zeitweise, mindestens aber 15 min lang bei Beginn und am Ende der Prüfung, an den Prüfling angelegt werden, wobei weder Durchschlag noch Vollbruch des Isolators eintreten darf.

§ 11.

Mechanische Dauerprüfung von Vollkernisolatoren.

Bei Vollkernisolatoren mit gekitteter Kappenbefestigung ist der Dauer-Prüflastwert vom Hersteller zu gewährleisten. Dabei ist der voraussichtliche Verlauf der Dauerlastkurve

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im August 1937. — Veröffentlicht: ETZ 58 (1937) H. 36, S. 995.

Digitized by Google

(kritische Last, bei der Vollbruch eintritt, abhängig von der Belastungszeit) anzugeben und der Nachweis hierfür durch kurzzeitigere Belastungsversuche zu erbringen, deren Dauer und Belastungshöhe zwischen Hersteller und Abnehmer zu vereinbaren ist. Nach dieser mechanischen Prüfung, die ohne Spannung auszuführen ist, darf der Isolator keine schädlichen Formveränderungen aufweisen.

VDE 0210 U/1937.

Umstell-Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen.

Gültig ab 15. September 1937[1]).

Diese Umstellvorschriften haben den gleichen Wortlaut wie VDE 0210/1936 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F." mit Ausnahme der nachstehenden abweichenden Fassung von § 12 und § 35:

§ 12.

Isolatoren.

c) zweiter und dritter Absatz:

Kettenisolatoren gekitteter Ausführung in Abspannlage sind so zu bemessen, daß bei Verwendung genormter Isolatoren der nach den jeweils gültigen DIN-Normen vorgeschriebene, bei Verwendung nichtgenormter Isolatoren der gewährleistete Dauerlastwert mindestens 1,85-mal so hoch wie der Höchstzug der Leitung ist; jedoch braucht der Dauerlastwert nicht mehr als 90% der Nennlast der Leitung zu sein. (Vgl. § 10 und § 11 von VDE 0446 U/1937 „Umstellvorschriften für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an").

Bei Doppelketten kann für die Dauerlast der doppelte Wert einer Einfachkette eingesetzt werden.

§ 35.

d) Befestigung der Leitungen an Kettenisolatoren.

6. Die Mindestbruchlast der einzelnen Isolatoren muß mindestens gleich dem 5-fachen des Höchstzuges der Leitung sein, braucht aber nicht mehr als 90% der Nennlast der Leitung zu betragen; sie darf nicht kleiner als die der Isolatoren und Isolatorenketten der anschließenden Strecken sein. Als Abspannketten dienende Doppelketten in gekitteter Ausführung müssen eine Dauerlast haben, die mindestens gleich dem 3,7-fachen des Höchstzuges der Leitung ist, jedoch nicht mehr als 90% der Nennlast der Leitung zu sein braucht. Bei Doppelketten gilt als Dauerlast der doppelte Wert der Dauerlast der Einfachketten.

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

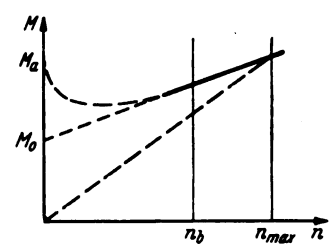
(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fortschritte und neuere Erfahrungen bei elektrischen Einrichtungen von Druckereibetrieben[2]).

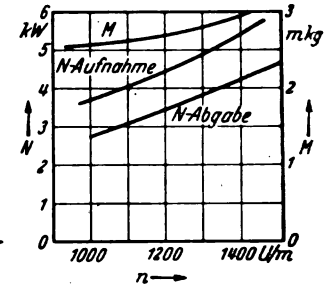
In dem gleichlautenden Vortrag[3]) vor dem VDE Bezirk Berlin-Brandenburg hat Herr W. Puppe auch zur Frage der Wirtschaftlichkeit der bei Druckmaschinen einen großen Bereich umfassenden Geschwindigkeitsregelung Stellung genommen. Zu deren Beurteilung sind die Auswirkungen des Energieaufwandes auf die Herstellungskosten gegenüber denen des Kapitaldienstes abzuwägen; das Ergebnis hängt wesentlich ab von dem Verlauf des Druckmaschinen-Drehmomentes mit der Arbeitsgeschwindigkeit (Druckzahl).

Herr Puppe zieht nun aus einer von ihm vorgeführten Messung an einer Schnellpresse allgemein den Schluß, daß das Drehmoment bei solchen Maschinen proportional mit der Druckzahl abfällt. Das ist nicht wörtlich zu nehmen, denn bei einer solchen mit viel Getriebereibung behafteten Arbeitsmaschine kann das Drehmoment im Nullpunkt der Geschwindigkeit nicht auf Null zurückgehen (Abb. 1), sondern wird hier infolge der zu überwindenden Reibung der Ruhe sogar meist höher liegen als nach dem Anlaufen. Von da an steigt allerdings das Drehmoment auch bei Druckmaschinen mit wachsender Arbeitsgeschwindigkeit mehr oder weniger an. Wie die Messung (Abb. 2) an einer Offsetpresse mit Bogenableger und Antrieb durch Gleichstrom-Nebenschlußmotor zeigt, kann das Drehmoment im Arbeitsbereich unter Umständen sehr flach verlaufen.



n Arbeitsdrehzahlen o bis a Anzug
M Drehmoment b Betrieb

Abb. 1. Drehmomentverlauf mit der Drehzahl bei Arbeitsmaschinen.



n Druckzahlen/min
M Drehmomente mkg
N Leistungen kW

Abb. 2. Drehmoment und Leistungsverlauf mit der Druckzahl bei einer Offsetpresse.

In der Messung (Abb. 3) an einer neueren Haltzylinder-Schnellpresse ist der steilere Anstieg vorwiegend auf die Wirkungsweise des Bogenanlegers zurückzuführen, dessen Druckluft hier von einer mit der Druckmaschine starr gekuppelten Kolbenpumpe geliefert wird. Soll der Luftdruck auch bei niedrigen Druckgeschwindigkeiten zum Abheben der Bogen sicher ausreichen, ist sie dann für die höheren Druckzahlen überbemessen und benötigt hier stark ansteigende Antriebsleistung, was durch Verwendung einer umlaufenden Luftpumpe mit gesondertem elektrischen Antrieb vermeidbar ist.

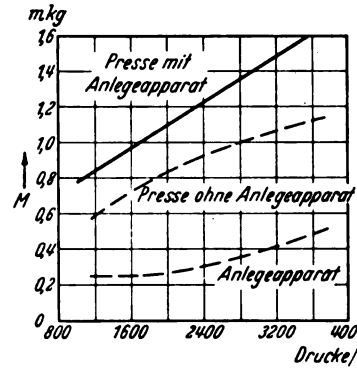


Abb. 3. Drehmomentverlauf mit der Druckzahl bei einer Haltzylinder-Schnellpresse.

Abb. 4 zeigt, wie unter dem Einfluß des Betriebszustandes die Drehmomentenlinie an ein und derselben Druckmaschine von der steileren in die flachere Lage übergehen kann.

Der Schlüssel für das Antreffen so verschiedenartiger Drehmomentenlinien liegt in der Veränderlichkeit der Betriebsverhältnisse in bezug auf Bauart der Maschine und ihre Hilfseinrichtungen, ferner Druckverfahren, Druckform, Art und Farbe des Papiers, Art des Druckvorganges (ob vom Bogen oder von der Rolle), Temperatur, Luftfeuchtigkeit. Daher empfiehlt es sich, Schlüsse hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit einer Betriebsweise, z. B. der Geschwindigkeitsregelung bei Druckmaschinen, nicht aus einzelnen Messungen, die ja nur eine beschränkte Gültigkeit aufweisen können, zu verallge-

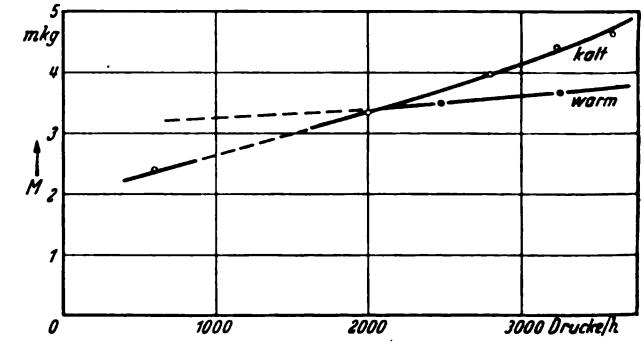


Abb. 4. Drehmomentverlauf mit der Druckzahl bei einer Schnellpresse im kalten und betriebswarmen Zustand.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im August 1937. — Veröffentlicht: ETZ 58 (1937) S. 995.
[2]) Schriftlich mitgeteilter Diskussionsbeitrag.
[3]) Siehe S. 969 dieses Heftes.

Digitized by Google

meinern, sondern sie auf eine möglichst breite Meßgrundlage zu stellen, also viele Einzelmessungen an verschiedensten Maschinenarten und Betriebsweisen unter Berücksichtigung aller Nebeneinflüsse durchzuführen und vor allem an betriebsmäßig arbeitenden Maschinen, mit einfachen Meßgeräten, so daß jeder solche Versuche in seinem Betriebe ohne weiteres wiederholen und nachprüfen kann. Dann können solche Messungen als Grundlage für Erörterungen über die Wirtschaftlichkeitsfrage der Geschwindigkeitsregelung, auf welche der Drehmomentenverlauf von besonderem Einfluß ist, angenommen werden.

Berlin, den 8. Juli 1937. F. Oertel VDE.

Bezirk Braunschweig.

Aussprache[1]) zu dem am 17. 2. 1936 in Braunschweig gehaltenen Vortrag von Erich Schulze: „Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb".

Herr **Marx** (Vorsitzender): Ich danke Herrn Dr. Schulze für seinen sehr interessanten Vortrag. Seine aufschlußreichen Ausführungen haben uns viel Neues gebracht und das Gleichrichter-Problem einmal von der Betriebsseite her beleuchtet. Ich eröffne die Aussprache und hoffe, daß sie noch zur Abrundung des Bildes wesentlich beiträgt.

Ich möchte gleich mit einigen Fragen beginnen, von denen ich annehme, daß ihre Beantwortung manchem unter uns das Verständnis des Vorangegangenen erleichtern wird.

1. In welcher Schaltung wurden die Transformatoren für die Zwölfphasen-Gleichrichter betrieben?

2. Wie groß war die Typenleistung der Gleichrichter-Transformatoren im Verhältnis zur Gleichstromleistung?

3. Wurde zur Spannungsregelung eine kombinierte Stufen- und Gittersteuerungsschaltung angewandt?

4. Welche Schaltung hat sich als am zweckmäßigsten erwiesen, und zwar einerseits für Licht- und Kraftnetze und anderseits für Bahnnetze?

5. Waren außer dem Kabelnetz stellenweise auch Freileitungen angeschlossen?

6. Sind Fernsprech- und Rundfunkstörungen während des Betriebes aufgetreten, und welcher Art waren sie?

7. Wie wurde bei Kurzschlüssen im Gleichstromnetz verfahren?

8. Wie hoch waren etwa die Erstellungskosten einer vollständigen Gleichrichteranlage, bezogen auf 1 kW Gleichstromleistung?

Herr **Günther:**

9. Sind Messungen über die vom Drehstromnetz zu liefernde Blindleistung angestellt worden? Wie verhält sich diese in Abhängigkeit von der Aussteuerung? Wie definieren Sie den Begriff „prozentuale Aussteuerung"?

10. Sie sprachen wiederholt davon, daß der zwölfphasige Gleichrichter unter gewissen Umständen in sechsphasigen Betrieb zurückgefallen sei. Ich verstehe Sie wohl richtig, daß Sie hiermit in erster Linie die Rückwirkung auf das speisende Drehstromnetz, also die Oberwelligkeit des aufgenommenen Drehstromes kennzeichnen wollten? Oder es ist so, daß beim sechsphasigen Arbeiten tatsächlich nur sechs Anoden Strom führen?

Herr **Renner:** Das Auftreten von Oberwellen 5. und 7. Ordnung im Primärstrom wurde von dem Vortragenden als Merkmal dafür angegeben, ob ein Zwölfphasen-Gleichrichter wirklich zwölfphasig arbeitet oder ob er in teilweisen Sechsphasenbetrieb zurückfällt. Die genannten Oberwellen haben ihre Ursache nicht im Gleichrichter oder in der Transformatorschaltung, sondern im Vorhandensein der entsprechenden Harmonischen in der Welle der Primärspannung. Die Größe dieser Harmonischen kann nun von vielen Zufälligkeiten abhängen, wie von der Anzahl der in Betrieb befindlichen Sechsphasen-Gleichrichter, der Zahl der angeschlossenen Transformatoren, der Länge der Kabel usw.

11. In welcher Weise und in welchen Grenzen können sich dabei die Betriebsbedingungen des Zwölfphasen-Gleichrichters ändern?

12. Der Vortrag brachte eine Gegenüberstellung der objektiven Welligkeit von gesteuerten Sechs- und Zwölfphasen-Gleichrichtern. Wie verhalten sich gemessene Werte der objektiven Welligkeiten von ungesteuerten Sechs- und Zwölfphasen-Gleichrichtern?

[1]) Siehe S. 979 dieses Heftes.

13. Wird durch Zuschalten von Sechsphasen-Gleichrichtern ein bereits betriebener Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb verschlechtert?

Herr **Lieber:**

14. Liegen praktische Erfahrungen darüber vor, ob die Rundfunkstörungen, verursacht durch Zwölfphasen-Gleichrichter, stärker hervortreten als die durch Sechsphasen-Gleichrichter verursachten? Man müßte doch annehmen, daß dies entsprechend der Schwellwertkurve der Fall ist.

Herr **Verse:**

15. Herr Dr. Schulze zeigte uns vorhin zwei Kurzschluß-abschalt-Oszillogramme, die an dem gittergesteuerten Gleichrichter Nr. 3 aufgenommen wurden. Es wäre wissenswert, nach welchem Verfahren diese gitterseitige Kurzschlußabschaltung am Gleichrichter Nr. 3 vorgenommen wurde.

Herr **Knoke:**

16. Wie groß ist die Genauigkeit der Oberwellenanalyse, aus der die von Ihnen angegebenen Anteilwerte gewonnen wurden?

Herr **Schulze** (Vortragender): Antworten auf die einzelnen Fragen:

1. Sämtliche Zwölfphasen-Gleichrichter-Transformatoren haben 3 × Vierphasen-Schaltungen, nämlich der Gleichrichter Nr. 1 Kaskadenschaltung nach Krämer, Stern/Doppelgabel und Dreieck/Doppelgabel; die Gleichrichter Nr. 2 und 3 Dreieck/Doppelgabel mit dreiphasiger Saugdrosselspule. Die Schaltungen sind für die Gleichrichter Nr. 1 und 2 in den Abb. 1 u. 2 dargestellt.

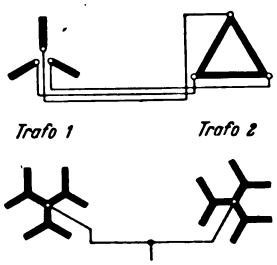


Abb. 1. Schaltung für Gleichrichter Nr. 1.

2. Die Typenleistung der Gleichrichter-Transformatoren im Verhältnis zur Gleichstromleistung ist beim Gleichrichter Nr. 1 das $2 \times 0{,}701 = 1{,}4$fache, bei den anderen Gleichrichtern das 1,36fache.

3. Die Spannungsregelung (vgl. Zahlentafel 1 des Vortrages) erfolgt bei den Gleichrichtern Nr. 1 u. 2 mittels auf der Primärseite vorgeschalteten Stufentransformatoren. Beim Gleichrichter Nr. 3 wird die Gleichspannung stetig mittels Gittersteuerung geregelt, die auch zum Abschalten von Kurzschlüssen und zum Hochfahren des „kalten" Gleichstromnetzes verwendet wird.

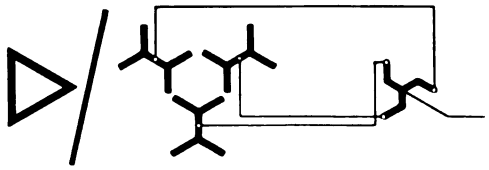


Abb. 2. Schaltung für Gleichrichter Nr. 2.

4. Für Bahnnetze ist eine Spannungsregelung im allgemeinen nicht erforderlich. Für Licht- und Kraftnetze wird man bei neuen Gleichrichteranlagen die stufenlose Spannungsregelung mittels Gittersteuerung bevorzugen; sie wird bei sehr großem Regelbereich zweckmäßig durch eine grobe Stufenregelung ergänzt, um eine Betriebsweise mit tiefer Aussteuerung, d. h. schlechtem Leistungsfaktor zu vermeiden.

5. An den Gleichrichtern sind, da es sich durchweg um großstädtische Versorgungsanlagen handelt, keine Freileitungen angeschlossen.

6. Fernsprech- und Rundfunkstörungen sind während des Betriebes nicht aufgetreten. In diesem Zusammenhange möchte ich darauf hinweisen, daß die Schwachstromstörungen, die von Gleichrichteranlagen hervorgerufen werden können, fast ausschließlich niederfrequenter Art sind. Fernsprechstörungen können auch in Großstädten trotz Verkabelung der Fernmeldeleitungen auftreten, und zwar bei amtsgespeisten Nebenstellen- und Reihenanlagen, die infolge ihrer erdunsymmetrischen Schaltung störanfällig sind gegen eine induktive Beeinflussung durch gleichrichtergespeiste Bahnnetze. Die Störung des Rundfunkempfanges erfolgt gewöhnlich durch galvanische Übertragung der Gleichspannungsoberwellen in den Eingang von Gleichstrom-Netzanschlußgeräten.

7. Das Abschalten von Kurzschlüssen in den Gleichstromnetzen erfolgt durch Überstromselbstschalter, in den Licht-

Digitized by Google

und Kraftnetzen häufig auch durch Sicherungen. Kurzschlüsse an den Gleichrichtern selbst bzw. Rückzündungen werden bekanntlich durch Rückstromschnellschalter auf der Gleichstromseite und durch Leistungsschalter auf der Drehstromseite abgeschaltet. Der Gleichrichter Nr. 3, der mit einer Gittersteuerung nach dem Toulon-Verfahren arbeitet, wird bei Kurzschlüssen gelöscht durch Wegnehmen der Gitterwechselspannung und Sperren mittels negativer Gleichstrom-Vorspannung der Gitter. Bei äußeren Kurzschlüssen im Netz wird der Gitterdrehregler in Anfangsstellung gebracht und hierdurch der Gleichrichter bereit gemacht, das spannungslos gewordene Netz wieder hoch zu fahren. Bei Störungen im Gleichrichter selbst verbleibt der Drehregler in seiner Betriebsstellung, und der Gleichrichter schaltet sich in kürzester Zeit (etwa 1 s) nach der Störung selbsttätig wieder auf das Netz.

8. Die Kosten einer vollständigen Gleichrichteranlage (ohne Gebäude) betragen ungefähr RM 80,— bis RM 100,— je kW Gleichstromleistung.

9. Die vom Drehstromnetz gelieferte Blindleistung (N_B) ist, ebenso wie die Wirkleistung (N_W), zur Ermittlung des Verschiebungsfaktors $\left(\operatorname{tg}\varphi = \frac{N_B}{N_W}\right)$ gemessen worden. Der Verschiebungsfaktor ändert sich ungefähr proportional mit dem Aussteuerungsgrad; dabei wird unter Aussteuerungsgrad das Verhältnis der geregelten Gleichspannung zur höchstmöglichen Gleichspannung verstanden.

10. Ein Zwölfphasen-Gleichrichter arbeitet teilweise im sechsphasigen Betrieb, wenn im Primärstrom die 5. und 7. Oberwellen auftreten und damit sich in der Gleichspannung zwangsläufig die 6. Oberwelle ausbildet.

11. Bei Gleichrichtern in zwölfphasiger Schaltung (ausgenommen die 3×Vierphasen-Schaltung) ändern sich die Betriebsbedingungen noch insofern, als sich ihre beiden Sechsphasen-Systeme durch das Vorhandensein der 5. und 7. Oberwellen in der Netzspannung ungleich belasten, wenn die Spannungsoberwellen mit den primären Stromoberwellen gleicher Ordnungszahl eine Leistung bilden können. Diese primäre Oberwellenleistung bewirkt nämlich eine Änderung der Gleichspannung, und zwar wird die Gleichspannung bei dem einen System erhöht (positive Oberwellenleistung) und bei dem anderen System erniedrigt (negative Oberwellenleistung). Die gleichen Erscheinungen treten sinngemäß auch auf beim Parallelbetrieb von mehreren Sechsphasen-Gleichrichtern, deren Transformatoren verschiedene Schaltgruppen haben, um eine zwölfphasige Betriebsweise der Anlage zu erzielen. Beim Entwurf großer Gleichrichteranlagen ist daher die Spannungskurve des speisenden Drehstromnetzes ganz besonders zu beachten.

12. Ungesteuerte Zwölfphasen-Gleichrichter haben etwa ein Drittel bis ein Viertel der objektiven Welligkeit von ungesteuerten Sechsphasen-Gleichrichtern.

13. Ein bereits betriebener Zwölfphasen-Gleichrichter wird im Betrieb durch Zuschalten von Sechsphasen-Gleichrichtern nur dann verschlechtert, wenn die sechsphasige Gleichrichterbelastung eine solche Rückwirkung auf das speisende Drehstromnetz ausübt, daß sich die hierdurch entstehenden primären Spannungsoberwellen mit den Stromoberwellen des Zwölfphasen-Gleichrichters an der Leistungsübertragung beteiligen können.

14. Die Rundfunkstörungen, hervorgerufen durch die Oberwellen in der Gleichspannung von Gleichrichtern, sind praktisch unabhängig von der Frequenz, weil die Siebmittel der Netzanschlußgeräte für höhere Frequenzen stärker wirksam sind als für niedere Frequenzen und somit ein gewisser Ausgleich für das verschiedene Störgewicht der einzelnen Frequenzen eintritt. Man kann auf Grund der praktischen Erfahrungen sagen, daß Rundfunkstörungen nicht auftreten, wenn die Welligkeit im Gleichstromnetz, unabhängig von der Speisung mit Sechsphasen- oder Zwölfphasen-Gleichrichtern, den Wert von 1 bis 1,5% nicht überschreitet.

15. Das Abschalten der Kurzschlüsse beim Gleichrichter Nr. 3 erfolgte mit der Gittersteuerung nach dem Toulon-Verfahren durch Wegnehmen der Gitterwechselspannung und Sperren mit negativer Gleichstromvorspannung.

16. Es wurden stark vergrößerte Oszillogramme mit dem harmonischen Analysator ausgewertet; die Genauigkeit für die einzelnen Oberwellen (Absolutwerte) betrug etwa 0,5 bis 1%.

Herr **Marx** (Vorsitzender): Die Aussprache hat uns noch viele interessante Einzelheiten vermittelt. Ich danke allen Herren, die sich daran beteiligt haben, und Herrn Dr. Schulze nochmals für seinen Vortrag.

Sitzungskalender.

VDE Bezirk Niederrhein, Krefeld. 16. 9. (Do), 20^{15}, Hotel „Europäischer Hof", Kanalstraße: „Probleme der Raum- und Materialersparnis in der Elektrotechnik". Obering. König VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. Sartori †. Anfang des Jahres verschied in Bologna im Alter von 67 Jahren Prof. Giuseppe Sartori, Lehrer für Elektrotechnik an der dortigen Hochschule. Mit ihm verlor Italien wiederum einen der Pioniere des Elektrizitätswesens.

Als im Jahre 1896 in Triest die dortige K. K. Industrieschule eingerichtet wurde, berief man zu ihrer Leitung den Italiener Sartori, und 1900 wurde ihm auch der Lehrstuhl an der Triester K. K. Marineakademie anvertraut. In die Triester Tätigkeit fallen auch seine Studien, die zur Ausnutzung der Kerkafälle in Dalmatien führten. Da Sartori als Lehrer an österreichischen Schulen die österreichische Staatsbürgerschaft nicht annehmen wollte, zog er es vor, 1912 Triest zu verlassen und nach Italien zurückzukehren. Er war dort zuerst im Gemeindeelektrizitätswerk Modena tätig, wurde aber 1917 an die Hochschule Bologna berufen, wo er bis zu seinem Ende, trotz ehrender Angebote seitens der Römer Hochschule, mit Erfolg tätig war. *v. Rtz.*

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 396

Lehrbuch der Hochfrequenztechnik. Von Dr.-Ing. F. Vilbig. Mit 801 Abb., XIX u. 775 S. im Format 160×240 mm. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1937. Preis geh. 30 RM, geb. 32,80 RM.

Seit langem bestand im deutschen technischen Schrifttum eine Lücke, die nun durch das vorliegende Buch ausgefüllt ist. Schon ein Blick in das Inhaltsverzeichnis läßt erkennen, daß der Stoff sehr geschickt ausgesucht und geordnet wurde. Der Verfasser hat bei der Bearbeitung ebensowohl die möglichst anschauliche Darstellung der physikalischen Grundlagen als die verständliche Ableitung der theoretischen Zusammenhänge im Auge gehabt. Zahlreiche Tafeln geben praktische Zahlenangaben, die vom Leser besonders geschätzt werden. Das äußerst umfangreiche Schrifttum ist bis zurück auf das Jahr 1923, für die einzelnen Kapitel zeitlich geordnet, zusammengestellt. In den ersten Kapiteln sind die einfachen Grundlagen der hochfrequenten Kreise und der hochfrequenten Vorgänge auf Leitungen dargestellt. Ausbreitung, Antennen und Funkstörungen sind in weiteren Kapiteln behandelt. Schwingungserzeugung, Gleichrichtung und Modelung sind sehr ausführlich erörtert. Der Frequenzwandlung, Schwundregelung, Dynamikänderung, dem Gleichwellenrundfunk sind besondere Kapitel gewidmet. Die Trägerstromtechnik ist vielleicht nicht in dem Umfang berücksichtigt, wie es der technischen und wirtschaftlichen Bedeutung dieses Anwendungsgebiets der Hochfrequenztechnik entspricht. Bildfunk, Fernsehen, die thermische und physiologische Wirkung der Hochfrequenzströme beschließen das Buch.

Das, was das Buch besonders wertvoll macht, ist der Umstand, daß es nicht eine bloße Stoffzusammenstellung bringt, sondern als wahres Lehrbuch geschrieben ist und dabei ebensowohl dem Fachmann wie dem Studierenden besonders empfohlen werden kann. Mathematische Abhandlungen sind in kurzer und leichtverständlicher Art gebracht. Konstruktive und Fertigungsfragen sind dem Charakter des Buches entsprechend wenig oder gar nicht behandelt. In den Schaltplänen ist lediglich das Wesentliche wiedergegeben. Die einzelnen Kapitel sind in ihrem Aufbau so weit selbständig, daß man sehr wohl einzelne Kapitel in gewissem Sinn als Monographien ansprechen kann. Es kommt dem Buche sehr zugute, daß alle Kapitel von ein und dem-

Digitized by Google

selben Verfasser geschrieben sind; dies ist aber bei der Vielseitigkeit der Hochfrequenztechnik nur mit einem ungewöhnlichen Arbeitsaufwand des Verfassers möglich gewesen.

Die Ausstattung des Buches ist vorzüglich, der Preis immerhin hoch gegenüber der Kaufkraft vieler Ingenieure und besonders der Studierenden. Doch daran krankt heute fast unser gesamtes technisches Schrifttum. H. Faßbender VDE.

621. 39

Einführung in die Elektrische Nachrichtentechnik für Betrieb und Verwaltung. Im Auftr. des Reichspostministeriums bearb. von Postrat Dipl.-Ing. W. Hering. Mit 104 Abb. u. 160 S. im Format A 5. Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker, Berlin 1937. Preis geb. 4,80 RM.

Das Buch wendet sich, wie schon sein Titel sagt, in erster Linie an technisch nicht vorgebildete Betriebsangehörige, die sich einen Überblick über nachrichtentechnische Anlagen verschaffen müssen oder wollen. Es enthält eine vollständige und erschöpfende, wenn auch nicht in die Tiefe gehende Darstellung der elektrischen Nachrichtentechnik, soweit sie gegenwärtig im Betriebe der Deutschen Reichspost angewendet wird. Die Aufgabe, die sich das Buch gestellt hat, nämlich den neuesten Stand der Nachrichtentechnik einfach, klar und auch für den Nichtfachmann verständlich zu schildern, ist hier geschickt gelöst worden.

Aus dem Fernsprech-, Telegraphen- und Funkwesen bringt das Buch viele Beschreibungen einzelner Apparate in grundsätzlicher Form (erwähnt seien u. a. Bildtelegraphenapparate, Hellschreiber, Fernseh-Sender und -Empfänger). Neben guten Zusammenstellungen und Erläuterungen der zur Zeit bestehenden Betriebsmittel der Fernsprechtechnik (Vermittelungsschränke, Wählereinrichtungen, Nebenstellenanlagen) seien auch die zusammenfassenden Beschreibungen der Netzgestaltungen aller in Betracht kommenden Betriebszweige erwähnt. Auch die Rundfunk- und Drahtfunktechnik werden übersichtlich dargestellt. Die dem Text beigegebenen Abbildungen geben jeweils das Grundsätzliche schnell erfaßbar wieder. W. Pietsch.

533. 5

Die Vakuumtechnik. Ein Überblick über die Grundlagen und die verschiedenen Arten der Vakuumapparate, ihre Arbeitsweise und ihren Anwendungsbereich einschl. der Korrosionsvorgänge unter Vakuum. Von E. L. Holland-Merten. Mit 148 Abb. u. Schaulinien, 9 Tab., IX u. 222 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag G. A. Koenig, Erfurt 1936. Preis geh. 9,50 RM, geb. 11 RM.

Das Buch befaßt sich mit einer Seite der Vakuumtechnik oder besser gesagt der Vakuumphysik, die im Schrifttum neben den eigensten Anwendungsgebieten der Vakuumtechnik (Herstellung von Vakuumröhren, Entladungsröhren, Glühlampen) bisher wenig Raum fand, obwohl gerade dieses Spezialgebiet ein besonderes technisches Interesse besitzt, nämlich mit den Problemen der Verwendung vakuumtechnischer Hilfsmittel und verminderter Drücke bei Fragen der Verdampfung, Destillation, Trocknung, Filtrierung, Konservierung, Imprägnierung und Rückgewinnung von Lösungsmitteln. Der Verfasser gibt als erfahrener Praktiker und Fachmann in diesen Fragen — unter spezieller Berücksichtigung der Erfahrungen und des Materiales der deutschen Vakuumapparate-Gesellschaft (Erfurt) — einen recht geschlossenen Überblick über die technischen Hilfsmittel, Maschinen und Geräte, welche für die Verwendung der genannten Verfahren im Klein- und Großbetrieb zur Verfügung stehen. In einem ersten Teil werden die wichtigsten Tatsachen aus dem Gebiet der wärmetechnischen Grundlagen der Vakuumverdampfung in ein oder mehreren Stufen behandelt unter besonderer Berücksichtigung der Vakuumtrocknung (im Zusammenhang mit den elektrotechnisch bedeutsamen Trocknungs- und Tränkverfahren) und des Problems der Korrosionsbeständigkeit der Werkstoffe im Vakuum sowie der Kondensationsvorgänge bei vermindertem Druck.

Der zweite Teil behandelt den Aufbau technischer Anlagen und Sondervorrichtungen zur Verdampfung, Trocknung, Destillation, Kalzination, Kristallisation, Filtration, sowie zur Imprägnierung im Vakuum für unterbrochenen oder Dauerbetrieb, wobei die Anschaulichkeit durch zahlreiche, meist aus dem Arbeitsgebiet der Deutschen Vakuumgesellschaft stammenden Abbildungen, wirkungsvoll unterstützt wird.

So gibt das Buch einen guten und vor allem anschaulichen Überblick über das im vorstehenden umrissene Teilgebiet der Vakuumtechnik und die hier grundsätzlich zur Verfügung stehenden Geräte, sowie eine verständliche Einführung in die für den Gebrauch des Praktikers wichtigsten physikalischen Grundbegriffe und Grundlagen der genannten Vorgänge. Es vermittelt zahlreiche Anregungen für die Anwendung und gibt insbesondere einen Eindruck von der dauernd wachsenden Bedeutung der Vakuumtechnik im Rahmen der industriellen Fertigung. Hans Klumb VDE.

621. 385 (075. 8)

Anleitungen zum Arbeiten im Röhrenlaboratorium. Von M. Knoll. 3. Teil der „Anleitungen zum Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium" von E. Orlich. Mit 57 Abb. u. 67 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 3 RM.

Es würde vielleicht zu weit führen, wenn man von jedem Elektroingenieur umfassendere Kenntnisse auf dem Sondergebiet der Herstellung von Elektronenröhren und Gasentladungsgeräten verlangen würde. Es ist aber zu begrüßen, wenn vor allem der junge Fernmeldetechniker und z. T. auch der Starkstromtechniker bei seiner Ausbildung im Laboratorium Gelegenheit hat, nicht nur die Eigenschaften der fertigen Elektronen- und Ionenröhren kennen zu lernen, sondern auch die wichtigsten Vorgänge bei ihrer Entstehung. Das vorliegende kleine Buch, das als dritter Teil der „Anleitungen zum Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium von E. Orlich" erschienen ist, gibt einen guten Leitfaden dazu. Es kann auch darüber hinaus als Unterlage für die Erweiterung eines vorhandenen elektrotechnischen oder fernmeldetechnischen Laboratoriums nach der Seite der Elektronik dienen. Den einzelnen Aufgaben, von denen z. B. Untersuchung von Vakuumpumpen, Eichung von Manometern, Herstellung einer Dreipolröhre, Untersuchungen am Elektronenmikroskop auszugsweise genannt werden sollen, liegt ein ziemlich einheitliches Schema zugrunde. Es enthält für jede Aufgabe zunächst das Zubehör, die theoretischen Grundlagen, dann Aufbau und Ausführung der Versuche und das Schrifttum. Die Darstellungsweise ist sehr klar und einfach und durch gute Abbildungen erläutert. Das kleine Buch erfüllt seinen Zweck sehr gut und kann bestens empfohlen werden. L. Pungs.

53

Elementares Lehrbuch der Physik für die oberen Klassen der Mittelschulen und zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. J. R. Brunner. 4., verbess. Aufl. Mit 549 Abb., 6 Tafeln, XXII u. 459 S. im Format 165 × 230 mm. Verlag A. G. Gebr. Leemann & Co., Zürich 1936. Preis geb. 6,50 RM.

Das Buch ist für die Oberstufe höherer Schulen und für den Selbstunterricht bestimmt und wird an Schweizer Schulen viel benutzt. Der Charakter des Buches ist konservativ. Die Elektrizitätslehre beginnt mit der Reibungselektrizität und führt zu dem elektrostatischen Maßsystem. Am Ende der Elektrostatik werden die Grundzüge der Elektronentheorie eingeschaltet und Kathoden-, Kanal- und Röntgenstrahlen als Erscheinungen bei der elektrischen Entladung behandelt. Dann beginnt erst die Lehre von der fließenden Elektrizität mit den galvanischen Elementen. Beim Ohmschen Gesetz werden die praktischen Einheiten eingeführt und später beim Elektromagnetismus die elektromagnetischen Einheiten. Recht angenehm berührt die ausführliche Behandlung technischer Anwendungen. So ist ein ganzes Kapitel den Wärmekraftmaschinen, ein anderes den Elementen der Elektrotechnik gewidmet. Flugphysik und Radiotechnik werden allerdings sehr kurz und ganz elementar besprochen. W. Bauer.

621. 317. 312

Commercial a. c. measurements. Von G. W. Stubbings. 2. Aufl. Mit 169 Abb., XVI u. 348 S. im Format 140 × 220 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1937. Preis geb. 15 s.

Die erste Auflage des Buches erschien 1931. In der vorliegenden 2. Auflage sind die Ausführungen über Messungen von Leistung und Arbeit in Mehrphasensystemen ergänzt, insbesondere nehmen Fehleruntersuchungen an Meßeinrichtungen, die mit einfachen Instrumenten wenigstens angenähert die gewünschten Werte liefern, einen breiteren Raum ein. Die Darstellungsweise ist einfach, ohne Zuhilfenahme schwieriger Rechnung, meist unter Benutzung von Vektordiagrammen durchgeführt. Komplexe Rechenverfahren der üblichen Art sind nicht benutzt, aber ein eigentümliches Ersatzverfahren dafür erläutert, in dem zwecks Vereinfachung von Rechnungen im Drehstromsystem ein Einheitsvektor $h = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ an Stelle des üblichen tritt. Eine praktische Anwendung davon ist in dem Buch kaum gemacht. Die Verwendung von Gleichrichterinstrumenten auch für Scheinleistungs- und Formfaktormessungen ist erörtert. Dabei sind für die Empfindlichkeit der Gleichrichterinstrumente Werte genannt, die im Vergleich mit

Digitized by Google

den deutschen recht mäßig erscheinen. Das Ferraris-Instrument scheint in England beliebter zu sein als zur Zeit in Deutschland. Es wird für die neueren Typen eine hohe Unabhängigkeit von Temperatur und Frequenz genannt. Die erörterten dynamometrischen Leistungsmesser besitzen entweder astatische Anordnung oder Eisenschirme. Eisengeschlossene sind nicht erwähnt. In dem Abschnitt über Arbeitsmessungen ist ein Mehrleiterzähler beschrieben, bei dem durch eine Eisenabschirmung und durch Ersatz der vollen Triebscheibe durch einen Ring mit innerer Tragscheibe aus Isolierstoff die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Triebsysteme unterdrückt wird.

Das Buch ist nützlich zum Kennenlernen der Auffassungen über das elektrische Messen und der gebräuchlichen Darstellungsverfahren in England. Erich Beckmann VDE.

92

Nikola Tesla. Gedenkbuch anläßlich seines 80. Geburtstages. Herausgeber: Société pour la Fondation de l'Institut Nikola Tesla, Beograd. Ing. S. Boksan. Mit zahlr. Abb. u. 520 S. im Format B 5. Belgrad 1936. Preis geb. 100 Fr.

Im letzten Sommer fanden eine Reihe von Ehrungen statt, die sich zum Ziel gesetzt hatten, das Lebenswerk des 80jährigen Nikola Tesla zu überblicken und in seiner Bedeutung für den Fortschritt insbesondere der Elektrotechnik hervortreten zu lassen[1]). Ende Mai wurde in Belgrad eine Gesellschaft zur Errichtung des Nikola-Tesla-Institutes gegründet. An diesen Feierlichkeiten nahmen außer den Spitzen der jugoslawischen Behörden Vertreter aus Deutschland, England, Österreich, Bulgarien, Kanada, Spanien, V. S. Amerika, Frankreich, Irland, Niederlande, Rumänien und Tschechoslowakei teil. Das Sprachgemisch in dem vorliegenden Gedenkbuch läßt vielleicht am anschaulichsten den großen Einfluß ahnen, welchen das Erfindergenie eines Nikola Tesla auf die Technik in allen Kulturstaaten ausgeübt hat. Das Buch enthält außer den Berichten über die Feiern in Belgrad, Zagreb und Smiljan den Text von 15 wissenschaftlichen Vorträgen (davon 7 in deutsch) und 5 wissenschaftlichen Beiträgen. Von Festveranstaltungen im Auslande wird, vielfach unter Abdruck der wissenschaftlichen Vorträge, über die in Brünn, Sofia, Paris, Prag, Wien, Poitier und Graz mit der Ehrenpromotion berichtet. Eine Zusammenstellung der wichtigsten USA-Patente mit Abbildungen und Beschreibungen schließt mit einer stichwortartigen Übersicht über die wichtigsten Daten aus Teslas Leben und Schaffen den durch viele Photographien belebten Band ab. E. Lübcke.

621. 791. 3

Lötmittel und Löten. Eine Zusammenstellung von Erfahrungen und Anweisungen über die praktische Lötarbeit. Von E. J. Heynemann. Mit 23 Abb., IV u. 48 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 1,20 RM.

Das kleine Büchlein bietet eine überraschende Fülle von Betriebswinken über Hart- und Weichlöten. Zweckmäßig zusammengestellte Tafeln geben Aufschluß über die anzuwendenden Lötverfahren, Lötmittel und -werkzeuge. Zahlreiche Abbildungen unterstützen das Beschriebene. Vor allem muß dankenswert hervorgehoben werden, daß der Verfasser auf die Zinnersparnis bei den heutigen Sonderloten hinweist, die als Austauschlote gegenüber den früher gebräuchlichen Lötlegierungen verwendet werden müssen. Im Zusammenhang hiermit werden auch Richtlinien für die Verarbeitung dieser Sonderlote gegeben. Da die Verarbeitung von Aluminium heute immer stärker zunimmt, wird auch dem Löten dieses Werkstoffes breiterer Raum gegeben. Jeder Betriebsmann wird gern zu dem Büchlein greifen, um sich auf diesem Gebiet zu unterrichten. A. Krüger.

347. 77 (100)

Das internationale Patentrecht nebst einer kurzgefaßten Darstellung der Patentgesetze sämtlicher Staaten. Von Dr. jur. R. Jungmann und Dr. jur. H. Elten. Nachtrag zur 2., verbesserten Auflage. Mit 54 S. im Format 145×215 mm. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1936.

Die zahlreichen Änderungen der Gesetzgebung in verschiedenen Ländern haben einen Nachtrag zu dem in der ETZ 54 (1933) S. 595 besprochenen Werke nötig gemacht, durch den es etwa auf den Stand vom 1. 1. 1937 gebracht worden ist. Der alten Einteilung entsprechend werden im ersten Teil das internationale Patentrecht und im zweiten Teil die Patentgesetze sämtlicher Staaten behandelt, darunter besonders eingehend das neue deutsche Gesetz vom 5. 5. 1936. Der Nachtrag bildet eine unentbehrliche Ergänzung für die Benutzung des Hauptwerks. K. Kahle VDE.

[1]) ETZ 57 (1936) S. 823.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Alphabetisches Warenverzeichnis zu den Verwendungsverboten für unedle Metalle. Von A. Lutzeyer. Loseblattsammlung mit Hefteinrichtung. (Warenverkehr: Heft 1) Verlag August Lutzeyer, Berlin 1937. Preis 4,80 RM. Preis der Sonderdrucke I und II mit dem Wortlaut der Anordnungen je 1,20 RM.

[In einer handlichen Taschenausgabe sind alle Anordnungen der Überwachungsstelle für unedle Metalle in alphabetischer Reihenfolge enthalten. Das Buch gestattet, einfach und schnell festzustellen, ob ein Gegenstand aus einem bestimmten Metall noch hergestellt werden darf oder nicht, ob Ausnahmen von den Verboten bestehen und ob die Herstellung auch aus anderen Metallen verboten ist.]

Energiequellen der Welt. Betrachtungen und Statistiken zur Energiewirtschaft. Von Dr. R. Regul unter Mitwirkg. v. Dipl.-Vw. K. G. Mahnke. Sonderheft 44 der Schriften des Instituts für Konjunkturforschung. Herausgeber Prof. Dr. E. Wagemann. Mit 78 S. im Format A 4. Verlag Hanseatische Verlagsanstalt Hamburg, 1937. Preis geh. 7,80 RM.

[An Hand umfangreicher Zahlentafeln werden das Vorkommen, die Gewinnung und der Außenhandel der Energieträger Kohle, Erdöl, Wasserkraft und Holz statistisch ausgewertet. Allgemeinere Angaben über den Aufbau und die Entwicklung der Energiewirtschaft der Welt sind diesem Zahlenmaterial vorangestellt.]

Das Aufbauprinzip der Technik. Von Dr. techn. P. Wessel. Mit 14 Abb. u. 39 S. im Format 155×225 mm. Verlag von Ernst Reinhardt, München 1937. Preis kart. 1,50 RM.

Dezimal-Klassifikation. Deutsche Ausgabe. Abteilung 669.71 Aluminium. (Mit Auszügen aus Nachbargebieten.) Bearb. nach der 2. Ausgabe der Dezimal-Klassifikation Brüssel 1927/1929. Herausg. im Auftrage des Deutschen Normenausschusses von der Aluminium-Zentrale G. m. b. H., Berlin. Mit 56 S. im Format A 4. Verlag der Aluminium-Zentrale G. m. b. H. Abt. Literar. Büro, Berlin und Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geh. 4 RM.

Allgemeine und technische Elektrochemie nichtmetallischer Stoffe. Von Prof. Dr. Robert Müller. Mit 125 Abb., X u. 440 S. im Format 160×235 mm. Verlag von Julius Springer, Wien 1937. Preis geb. 30 RM.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Verein Beratender Ingenieure, Berlin. 18. bis 21. 9. (Sa bis Di): 32. Mitgliederversammlung in Düsseldorf, mit folgenden Vorträgen am 20. 9. in der Städt. Tonhalle:

1. „Biologische Abwasserreinigung". Dr.-Ing. Imhoff.
2. „Aktuelle schalltechnische Ingenieuraufgaben". Dr.-Ing. Dr. Zeller.

Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:
Dipl.-Ing. W. Puppe VDE, Leipzig C 1, Talstr. 31.
Prof. Dipl.-Ing. A. Matthias VDE, Neubabelsberg b. Berlin, Landgut Eule.
Elektroing. R. Schütte VDE, Berlin-Pankow, Prinz-Heinrich-Str. 35.
Dr.-Ing. Erich Schulze VDE, Berlin-Steglitz, Jeverstr. 20.
Dr.-Ing. G. Hauffe, Berlin SW 61, Hornstr. 5.

Abschluß des Heftes: 3. September 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 16. September 1937 | Heft 37

Die neuere Entwicklung des Wechselstrombahnmotors.

Von K. Töfflinger VDE, Berlin.

621. 333. 025

Übersicht. Den gesteigerten Anforderungen des Bahnbetriebes, insbesondere den größeren Geschwindigkeiten, mußte auch der Wechselstrombahnmotor folgen. Mit der Erhöhung seiner elektrischen Beanspruchung verloren einzelne Gesichtspunkte, die früher für den Entwurf ausschlaggebend gewesen waren, ihre Bedeutung: Dafür traten andere in den Vordergrund und verlangen nunmehr sorgfältige Berücksichtigung. So unterscheidet sich der heutige Wechselstrombahnmotor in seiner elektrischen Bemessung wesentlich von seinen Vorgängern. Dieser Entwicklungsgang soll hier beschrieben werden, wenigstens in jenen Einzelheiten, die vielleicht die Beachtung weiterer Kreise verdienen.

A. Die neuen Anforderungen des Bahnbetriebes.

1. Das Anwachsen der Fahrgeschwindigkeiten.

Etwa um 1930 setzte bei den meisten Eisenbahnverwaltungen eine starke Steigerung der Zuggeschwindigkeiten ein: Bei der Reichsbahn z. B., die sich lange Zeit mit Höchstgeschwindigkeiten von 110 km/h begnügt hatte, fährt heute schon eine ganze Reihe von Zügen mit 140 km/h, und auf Probefahrten wurde die 200 km/h-Grenze bereits mehrfach überschritten. Die Entwicklungs- und Forschungsarbeit mußte sich deshalb darauf einstellen, daß eine weitere Steigerung der fahrplanmäßigen Geschwindigkeit stattfindet, sie konnte hierzu die umfangreichen im Betrieb bereits gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse auswerten.

Die elektrischen Fahrzeuge waren an dieser Entwicklung nicht nur beteiligt, sondern vielfach führend. Sie bieten besonders günstige Anpassungsmöglichkeiten an die verschiedensten Betriebsbedingungen, denn ihre Leistung ist nicht durch den Kessel begrenzt und ihre Motoren lassen sich kurzzeitig hoch überlasten. Trotzdem aber verlangten die hohen Geschwindigkeiten umfangreichere Entwicklungsarbeiten am Wechselstrombahnmotor, als man wohl außerhalb des engsten Fachkreises vermutet.

2. Die Gewichtsfrage.

Grundsätzlich braucht jedes Fahrzeug im Verhältnis zu seinem Gewicht eine um so größere Motorleistung, je schneller es fahren soll. Daraus ergeben sich z. B. für unsere heutigen elektrischen Schnellzuglokomotiven folgende Zahlen:

Die Schnellzuglokomotive mit 4 Treibachsen baut man in Deutschland, im Gegensatz zum Ausland, nicht mehr als 2 D_0 2, sondern selbst für die höchsten Geschwindigkeiten als 1 D_0 1. Da der Treibachsdruck mit 20 und der Laufachsdruck mit etwa 17 t begrenzt ist, liegt ihr Gewicht mit rd. 115 t fest. Um den Haftwert der Treibräder voll auszunutzen, braucht man für 130 km/h Höchstgeschwindigkeit eine Motornennleistung von etwa 4 × 600 kW, für 150 km/h sind 4 × 700, für 180 km/h ungefähr 4 × 800 kW erforderlich. Da aber das Lokomotivgewicht festlag, durfte die elektrische Ausrüstung trotz ihrer höheren Leistung nicht viel schwerer werden. Die Entwicklung des Bahnmotors ist deshalb bei den schnellfahrenden Fahrzeugen am deutlichsten ausgeprägt.

3. Die Beschleunigung bei schneller Fahrt.

Wenn ein Fahrzeug, etwa wegen eines Gleisbogens, seine Geschwindigkeit auf 70 km/h ermäßigen muß und dann in einen 1 km langen, geraden Abschnitt einfährt, auf dem 100 km/h zulässig sein sollen, so hat es eine

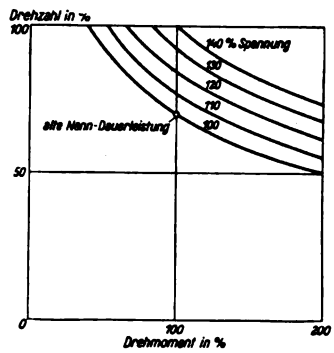
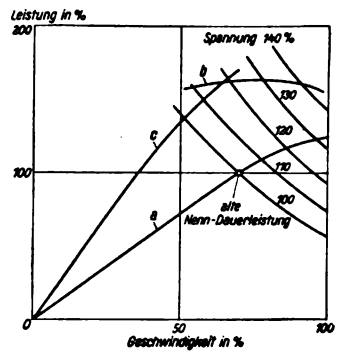


Abb. 1. Drehmoment-Kennlinien eines Wechselstrom-Bahnmotors.



a Dauerleistung *b* Stromwendungsgrenze *c* Haftwertgrenze

Abb. 2. Leistungsschaubild eines Wechselstromfahrzeugs.

große Beschleunigung aufzubringen, um überhaupt die Gelegenheit zum Schnellerfahren ausnutzen zu können. Mit 0,1 m/s² erreicht es z. B. erst am Ende der Geraden 86 km/h, entwickelt also auf ihr nur eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 78 km/h. Mit 0,4 m/s² dagegen erreicht es schon nach 500 m 100 km/h, kann also die Hälfte der Geraden mit voller Geschwindigkeit durchfahren und kommt auf eine mittlere Geschwindigkeit von 92,5 km/h.

Auf den vielen Strecken, die hohe Geschwindigkeiten auf zwar zahlreichen, aber immer nur kurzen Abschnitten zulassen, kann also das Fahrzeug um so größere Reisegeschwindigkeiten erreichen, je kräftiger es bis zu den höchsten Geschwindigkeiten hinauf beschleunigt. Da Strecken mit ganz langen geraden Abschnitten, bei denen es auf das Beschleunigungsvermögen wenig ankommt, selbst im Flachland selten sind, verlangt man heute vom Wechselstrombahnmotor, daß er sogar noch bei Höchstgeschwindigkeit mindestens sein Dauerdrehmoment liefert, womöglich auch noch die Treibräder zum Schleudern bringen kann [1, 2][1]).

Dazu gehört nach Abb. 1 eine Motorspannung, die mindestens um 40 % über der Motornennspannung liegt, wenn wir, wie bisher üblich, unter Nennspannung diejenige Spannung verstehen, mit der der Motor bei 70 % seiner

[1]) Das Schrifttumsverzeichnis wird am Schluß des Aufsatzes im nächsten Heft veröffentlicht.

Digitized by Google

Höchstgeschwindigkeit unter Dauerlast arbeitet. Um dem Fahrmotor die höhere Spannung zuzuführen, muß der Fahrzeugtransformator die entsprechenden Anzapfungen besitzen; sein Gewicht erhöht sich dadurch nicht wesentlich. Ferner muß der Motor für die höhere Klemmenspannung gebaut sein: Auch diese Forderung erhöht sein Gewicht wenig, aber sie ändert mancherlei an seiner Bauart, wie noch zu erörtern sein wird.

Das aus Abb. 1 errechnete Leistungsschaubild des Fahrzeugs zeigt Abb. 2. Bei geringerer Geschwindigkeit ist die Motorleistung lediglich durch den Haftwert der Treibachsen begrenzt, solange es sich um ganz kurzzeitige Belastungen handelt, wie sie bei der Beschleunigung in Frage kommen. Bei hohen Geschwindigkeiten zieht auch das Bürstenfeuer eine Grenze; die Abnutzung des Kommutators hängt aber nicht nur von der Stärke des Bürstenfeuers, sondern auch von seiner Dauer ab. Die „Stromwendegrenze" ist daher recht unsicher, solange für sie keine einheitliche Begriffsbestimmung gefunden ist: Je kürzer die Belastungsdauer, desto weiter kann man die Stromwendegrenze überschreiten. Bei ganz geringer Dauer bleibt daher für die erreichbare Motorleistung die Haftwertgrenze maßgebend, selbst bei hoher Geschwindigkeit.

Die Motorleistung wird noch durch zwei andere Grenzen, die nicht in Abb. 2 eingetragen sind, in ihrer weiteren Erhöhung beschränkt. Die eine ist durch die Motorspannung gegeben, die man an der höchsten Anzapfung des Umspanners erhält. Bei voller Spannung der Fahrleitung wird sie wohl immer oberhalb der Haftwertgrenze liegen und daher erst bei starker Netzbelastung merklich werden. Die zweite Grenze ist durch die Rundfeuersicherheit des Motors gegeben. Sie wird sich bei voller Fahrdrahtspannung meistens mit der ersten decken, damit der Fahrer nicht gezwungen ist, beim Fortschalten während schneller Fahrt den Motor-Spannungszeiger zu beachten. Sie ist erst bei den neuzeitlichen Motoren wichtig geworden, wie unten näher gezeigt wird.

Große Zugkräfte bei hoher Geschwindigkeit sind im Betrieb immer nur kurzzeitig möglich, weil bei hoher Beschleunigung die Höchstgeschwindigkeit schnell erreicht wird. Daher ist bei solcher Belastung hauptsächlich der Haftwert der Treibachsen maßgebend. Gestattet er es, so lassen sich bei jedem neuzeitlichen Wechselstromfahrzeug Motorleistungen erreichen, die hoch über den Nennleistungen liegen. Solche Zahlen machen erfahrungsgemäß auf Fernerstehende großen Eindruck, finden sich deshalb auch viel in für Laien bestimmten Berichten. Dem Bahnfachmann besagen sie wenig, da sie oft mehr den Schienenzustand als die Motoren kennzeichnen.

Diese wichtigen Zusammenhänge werden von den Internationalen Regeln (IEC) damit berücksichtigt, daß die Nennleistung des Fahrzeugs nicht mehr auf 70 % seiner Höchstgeschwindigkeit, sondern auf 90 % seiner Transformator-Höchstleerlaufspannung bezogen wird [3]. Diese Änderung war erforderlich, um zu kennzeichnen, ob die Fahrzeugausrüstung für jene Leistung bemessen ist, die große Beschleunigung bei hoher Geschwindigkeit gestattet.

Wenig bekannt ist es, daß die Erfüllung dieser Forderung beim Gleichstromfahrzeug schwieriger ist: Seine Motorspannung liegt durch die Fahrleitungsspannung fest, und der Regelbereich der Feldschwächung ist schon zum Anfahren ausgenutzt. Eine Verbesserung würde eine andere Vorgelegeübersetzung, also größere Motorleistung, oder Erweiterung des Feldregelbereichs, d. h. wesentlich größere und schwerere Motoren bedingen. Gleichstromfahrzeuge liefern deshalb gewöhnlich bei Höchstgeschwindigkeit nur noch etwa 70 % ihrer Dauerzugkraft.

B. Der Entwurf des Wechselstrombahnmotors.

1. Mechanische Grenzen.

Dem Bestreben, durch hohe Drehzahlen die Gewichtsausnutzung des Motors zu verbessern, war bei älteren Fahrzeugen oft durch die Schwierigkeit eine Grenze gesetzt, Vorgelege von hohem Übersetzungsverhältnis unterzubringen [4, 5]. Heute liegt bei schnellaufenden Fahrzeugen schon die Raddrehzahl hoch, denn sie ist nicht mehr durch die Rücksicht auf die Schleuderkräfte des Stangenantriebs eingeschränkt. Bei 150 km/h macht z. B. ein Treibrad von 1600 mm Dmr. 500 U/min, das ergibt Vorgelege von etwa 1 : 3 oder 1 : 4, deren Herstellung keine Schwierigkeiten bereitet. Der Berechner kann sich also beim Entwurf diejenige Motordrehzahl aussuchen, die ihm am vorteilhaftesten für die Eigenschaften des Motors erscheint.

2. Die Umfangsgeschwindigkeit des Kommutators.

Ebenso wie man Kolbenmaschinen nicht nach der Drehzahl allein, sondern nach der Kolbengeschwindigkeit vergleicht, ist ein großer Motor mit 36 Polen bei 400 U/min genau so „schnellaufend" wie ein kleiner mit 6 Polen bei 2400 U/min, denn beide arbeiten mit etwa 43 m/s Umfangsgeschwindigkeit des Kommutators und 120 Hz Ankerfrequenz.

Die in der Ankerwicklung induzierte EMK ist:

$$E = \frac{1000}{\pi} \frac{v_k e_t}{\tau f} \text{ in V}, \qquad (1)$$

wobei v_k die Umfangsgeschwindigkeit des Kommutators in m/s, e_t die transformatorische EMK, τ die Stegteilung des Kommutators in mm und f die Netzfrequenz in Hz bedeuten [6]. Hohe Umfangsgeschwindigkeiten sind also erforderlich, um große Motorspannungen zu erhalten, und diese sind erwünscht, denn sie ergeben große Motorleistungen bei verhältnismäßig kleinen Stromstärken, so daß man nicht nur an den Motoren, sondern auch am Schaltgerät des Fahrzeuges Gewicht spart. Je leichter also die Fahrzeugausrüstung werden soll, desto schärfer ist an die zulässige Umfangsgeschwindigkeit heranzugehen.

Die Grenze ergibt sich aus der Forderung, daß Nacharbeiten am Kommutator nur bei den Untersuchungen des Fahrzeuges notwendig sein sollen, denn dann verursachen sie keine großen Unterhaltungskosten. Das Mehrfache einer Lauflänge zwischen zwei Untersuchungen zu erreichen, ist zwar erwünscht, aber es bleibt nachzuprüfen, wie weit die erzielten Ersparnisse in der Unterhaltung das dazu erforderliche Mehrgewicht der Motoren rechtfertigen.

Bei der Wahl der Umfangsgeschwindigkeit des Kommutators, die die Grundlage des Motorentwurfs bildet, bleibt noch mancherlei zu berücksichtigen: Dicke Bürsten, nicht zu enge Stegteilung, gute und genau passende Bürstenhalter, zuverlässige Armierung der Kohlen usw. erhöhen die Lebensdauer des Kommutators. Ungünstig wirkt hohe Stromdichte unter den Bürsten, namentlich wenn sie bei großen Umfangsgeschwindigkeiten auftritt. Ausschlaggebend ist ferner die Art des Betriebes: Es ist zu unterscheiden zwischen Fahrzeugen, die fast dauernd ihre Höchstgeschwindigkeiten ausnutzen, und solchen, die sie nur gelegentlich erreichen. Ist mit Überschreitung der vertragsmäßigen Zuglasten zu rechnen, so wird besondere Vorsicht am Platz sein.

Man kann deshalb keine allgemein gültigen Grenzwerte angeben, sondern nur die Entwicklung durch etwa folgende Zahlen andeuten: Früher waren etwa 36 bis 42 m/s, im Mittel kaum 40 m/s üblich. Heute dürfte der Durchschnitt bei 44 m/s liegen, in Einzelfällen wurden bereits 50 m/s überschritten. Das Ausland ist im allgemeinen dieser Entwicklung noch nicht gefolgt.

3. Die Ankereisenverluste.

Die Drehfrequenz des Ankers bei Höchstgeschwindigkeit ist durchschnittlich von etwa 100 auf 140 Hz, bei den Motoren für 25 und 50 Hz Netzfrequenz auf, ihrer kleineren Polteilung entsprechende, noch höhere Werte gestiegen. Damit wuchs auch die Bedeutung der Ankereisenverluste, und zwar ganz besonders, als man hohe Zugkräfte bei

Digitized by Google

großen Geschwindigkeiten forderte, denn diese bedingen gleichzeitiges Auftreten von starker Eisensättigung und großer Drehfrequenz. Ist auch die Dauer solcher Beanspruchungen nur gering, so können sie sich doch auf mancher Strecke häufig genug wiederholen, um Einfluß auf die Ankererwärmung zu gewinnen.

Vom alten Dynamoblech Klasse I [7] ist man deshalb heute allgemein zu verlustärmeren Blechsorten übergegangen. Gewöhnlich genügen, bei sorgfältiger Bearbeitung des Blechpakets, noch Zweiwattbleche, wenn man beachtet, daß nicht die Verlustziffer allein, sondern wegen der hohen Frequenzen viel mehr die Wirbelstrom- als die Hysteresisverluste maßgebend sind. Die Auswahl der heute zur Verfügung stehenden Blechsorten ist groß und die Entwicklung auch auf diesem Gebiet lebhaft [8].

4. Die Kupferzusatzverluste im Anker.

Mit der zunehmenden Drehfrequenz machten sich auch die zusätzlichen Kupferverluste in den Ankerstäben mehr bemerkbar, vor allem, als gleichzeitig große Stromstärken und hohe Geschwindigkeiten gefordert wurden. Abb. 3 zeigt als Beispiel die in einem 16 mm hohen Stab auftretenden Zusatzverluste, mit denen etwa bei Lokomotivmotoren zu rechnen ist. Man pflegte deshalb schon lange den Stab aufzuteilen, z. B. in zwei je 8 mm hohe Teilleiter, oder man ging zu Vierschichtwicklungen über, mit denen etwa dasselbe Ergebnis erreicht wird.

Heute genügen auch beim Motor für 16⅔ Hz diese einfachen Maßnahmen nicht mehr. Man kann dann zu Kunststäben übergehen, wie man sie bei schnellaufenden Gleichstrommaschinen schon lange anwendet, und wie sie auch bei Wechselstrombahnmotoren für 25 Hz bereits öfter ausgeführt wurden [9] (Abb. 4). Die Verbindungen des Kunststabes mit dem Wickelkopf werden hart gelötet, so daß auch bei starker Überlast kein Schaden zu befürchten ist. *(Schluß folgt.)*

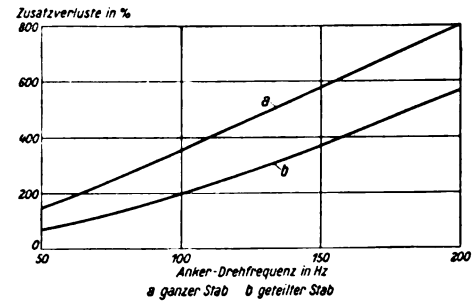


Abb. 3. Zusatzverluste im eiseneingebetteten Teil der Ankerwicklung eines Wechselstrombahnmotors.

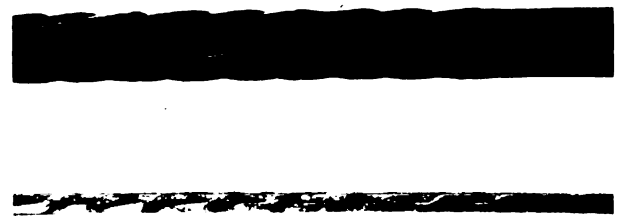


Abb. 4. Gitterstab für die Ankerwicklung einer Kommutatormaschine.

Ein neuartiger Spannungsfeinregler für Gleichstrom.

Von **Karl Sauermann VDE**, Berlin.

621. 316. 722. 024 : 621. 317. 39

Übersicht. Bei den Röhrenreglern bekannter Bauart werden die Röhren sowohl zur Regelung als auch zur eigentlichen Steuerung des Regelvorganges benutzt. Bei einem neuen Feinregler dagegen dienen die Röhren nur noch zur Regelung, während die Steuerung durch ein besonderes Steuergalvanometer erfolgt. Hierdurch läßt sich eine Steigerung der Regelgenauigkeit bei gleichzeitiger Verminderung des erforderlichen Aufwandes erreichen. Der Regelvorgang verläuft auch hierbei annähernd trägheitsfrei.

1. Warum geregelte Spannungen?

In Fällen, wo Betriebsmessungen, z. B. für photometrische Zwecke oder für Eichzwecke mit höchstmöglicher Genauigkeit ausgeführt werden, benutzt man als Stromquellen im allgemeinen Akkumulatorenbatterien. Solange nur ein einzelnes Verbrauchsgerät eine solche Batterie belastet, sind keine Störungen durch Spannungsschwankungen zu erwarten. Anders liegen aber die Verhältnisse, wenn zwei oder mehrere Geräte über eine gemeinsame Zuleitung an dieselbe Batterie angeschlossen sind. Je nach der Belastbarkeit der Batterie und der Art der Zuleitungen wirken sich Schaltvorgänge, die an einem Gerät durch Aus- und Einschalten vorgenommen werden, als Spannungsschwankungen mehr oder weniger störend auch auf die übrigen Geräte aus. So sind hierdurch bedingte Spannungsschwankungen bis zu etwa ± 0,5 V im praktischen Betriebe durchaus keine Seltenheit. Daß hierbei nur durch Anwendung größter Sorgfalt und Vorsicht zuverlässige Messungen möglich sind, versteht sich von selbst. Besonders in der Photometrie liegen die Verhältnisse sehr ungünstig, da eine Spannungsänderung von 1 % eine Änderung des Lichtstromes um 3 bis 4 % hervorruft. Des weiteren sind für Betriebsmessungen im allgemeinen mindestens drei Meßinstrumente erforderlich, die von einem Beobachter nacheinander abgelesen werden. Nach genauer Einregelung der Bezugsgröße (meistens der Spannung) erfolgt die Ablesung der anderen Instrumente, wobei indessen keine Gewähr besteht, daß die eingestellte Bezugsgröße sich in der wenn auch kurzen Zeit der übrigen Ablesungen inzwischen geändert hat. Eine naheliegende Lösung — für jedes Photometer eine eigene Batterie vorzusehen — läßt sich wegen der hohen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten wohl nur in den seltensten Fällen durchführen. Anderseits dürfte eine einfache und wirksame Abhilfe gegen solche Spannungsschwankungen ohne zusätzliche Mittel kaum möglich sein.

Um hier einem starken Bedürfnis Rechnung zu tragen, wurde vom Verfasser ein Gerät entwickelt, das einen Spannungsfeinregler für Gleichstrom darstellt und in erster Linie als Vorsatzgerät für Betriebsphotometer oder andere spannungsempfindliche Verbrauchsgeräte gedacht ist[1]). Dieser Feinregler liefert eine auf ± 15 mV konstante und ruhige Ausgangsspannung, die auch dann erhalten bleibt, wenn die Eingangsspannung um etwa ± 20 V schwankt oder wenn die volle Belastung des Reglers plötzlich ein- oder abgeschaltet wird.

2. Das Neuartige des Regelverfahrens.

Soll ein Regelgerät als Fein- oder Feinstregler dienen, so muß es bezüglich Regelgenauigkeit und Regelgeschwindigkeit höchsten Anforderungen genügen. Höchste Regel-

[1]) Das Gerät wurde mit dankenswerter Unterstützung der Osram K. G., Berlin, in deren Abteilung Werksleitung-Versuche entwickelt.

Digitized by Google

geschwindigkeit läßt sich bekanntlich durch Röhrenregelung leicht erreichen. Schwieriger jedoch ist hierbei die Forderung nach höchstmöglicher Genauigkeit zu erfüllen. Bei den Röhrenreglern bekannter Bauart[2]) dienen die Röhren nicht nur als Regelglieder, sondern werden auch zur Steuerung des Regelvorganges herangezogen. Daher wirken sich Schwankungen der Röhrenbetriebsspannungen im allgemeinen auf die Genauigkeit des Reglers aus. Bis zu einem gewissen Grade kann man diese störenden Einflüsse unwirksam machen, doch wird sich die erreichbare Regelgenauigkeit nicht über das mit Gleichstromröhrenverstärkern erzielbare Maß hinaus steigern lassen, ohne daß ein übermäßig großer Aufwand an zusätzlichen Hilfsmitteln erforderlich ist.

Um von diesen Einschränkungen gänzlich frei zu werden, wurde der neue Regler so entwickelt, daß die Röhren hierbei nur als trägheitslose Regelwiderstände benutzt werden, während die eigentliche Steuerung des Regelvorganges durch ein besonderes elektrisches Steuergalvanometer erfolgt. Hierdurch wird zwar die Regelgeschwindigkeit der an sich trägheitsfreien Röhrenanordnung auf einen endlichen Wert herabgesetzt, doch läßt es sich durch die neuartige Ausbildung des Steuergalvanometers leicht erreichen, daß der Regelvorgang praktisch dennoch annähernd trägheitsfrei erfolgt. Dann aber ergeben sich durch die Verwendung eines besonderen Steuergalvanometers, das man zweckmäßigerweise in Kompensationsschaltung arbeiten läßt, folgende Vorteile:

1. Ohne Einbuße an Regelgenauigkeit kann auf eine Konstanz der Röhrenbetriebsspannungen verzichtet werden.
2. Bei gleichzeitiger Verminderung des erforderlichen Aufwandes läßt sich die Regelgenauigkeit über das mit den üblichen Gleichstrom-Röhrenreglern erzielbare Maß hinaus steigern.

3. Die Wirkungsweise des Reglers.

Die Wirkungsweise dieses neuen Reglers soll an Hand des vereinfachten Schaltbildes (Abb. 1) erklärt werden: Das Verbrauchsgerät, z. B. die zu messende Lampe x des

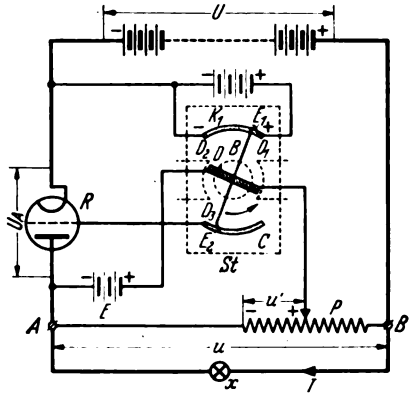


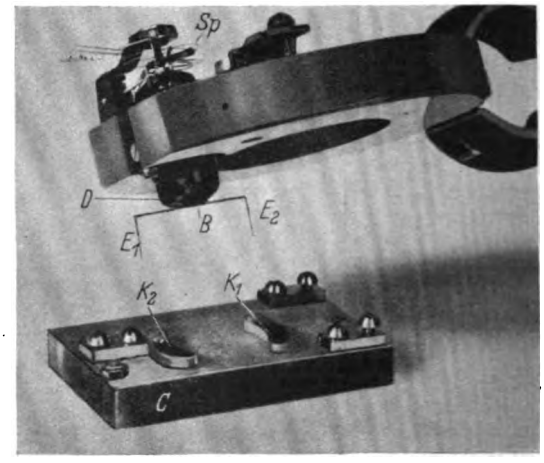
Abb. 1. Vereinfachtes Schaltbild des Reglers.

Photometers, liegt mit der Röhre R in Reihe geschaltet an der ungeregelten Eingangsspannung U. An den Klemmen A und B soll nun bestimmungsgemäß die Ausgangsspannung u einen verlangten konstanten Wert behalten. Zu diesem Zweck ist ein der Ausgangsspannung u verhältnisgleicher Teilbetrag u' am Spannungsteiler P abgegriffen und der konstanten Spannung E einer praktisch unbelasteten Hilfsbatterie entgegengeschaltet, so daß die Differenz dieser beiden Spannungen auf die Drehspule D des Steuergalvanometers St einwirkt. Im Gleichgewichtszustand sind diese beiden Spannungen einander gleich und heben sich gegenseitig auf, so daß das Steuergalvanometer stromlos bleibt. Sobald die Ausgangsspannung u (und mithin auch u') auch nur um kleinste Beträge von ihrem Sollwert abweicht, wird das Spannungsgleichgewicht zwischen u' und E gestört. Das richtkraftlose Steuergalvanometer tritt nun sofort in Tätigkeit und verändert durch seinen Ausschlag die Gitterspannung der Röhre R und somit ihren Spannungsabfall im richtigen Sinne so lange, bis u' wieder gleich E geworden ist, d. h. bis die Ausgangsspannung u wieder auf ihren Sollwert zurückgegangen ist.

[2]) R. G. Berthold u. A. v. Engel, Siemens-Z. 14 (1934) S. 214.

a) Das Steuergalvanometer.

Das Steuergalvanometer, das in seinem grundsätzlichen Aufbau vom Verfasser schon früher angegeben und zum selbsttätigen Abgleich von Brückenschaltungen benutzt wurde[3]), ist für die Steuerung des Feinreglers weitgehend verbessert worden. Auf eine ausführliche Beschreibung dieses Instrumentes soll daher hier verzichtet werden, nur das zum Verständnis Erforderliche sei kurz geschildert. Das Meßwerk dieses Steuergalvanometers ist ein weitgehend richtkraftloses innenspitzengelagertes Drehspulmeßwerk mit etwa 350 Ω, das einem handelsüblichen Instrument entnommen und zweckentsprechend umgebaut wurde. Außer mit den beiden äußerst weichen Stromzuführungsfedern Sp (Abb. 2) ist die Drehspule D nur noch mit einem isoliert befestigten dünnen Drahtbügel B von 20 mm Länge (Platin 0,15 mm Dmr.) beschwert, dessen beide Enden E_1 und E_2 U-förmig nach unten abgebogen sind und in kreisbogenförmige Aussparungen K_1 und K_2 der darunter befindlichen Isolierplatte C hinabreichen[4]). Die beiden Aussparungen (Kanäle K_1 und K_2) sind bis zu ⅓ ihrer Höhe mit Glyzerin gefüllt und durch den Drahtbügel B leitend verbunden. Der Kanal K_1 hat an seinen beiden Enden je eine mit einer Gitterbatterie verbundene Stromzuführungselektrode, so daß die dazwischenliegende Glyzerinsäule als Spannungsteiler für die Gitterspannung der Röhre wirkt. Der Kanal K_2 hat nur eine Zuführungselektrode und dient der Weiterleitung des vom Drahtbügel B in der Flüssigkeitssäule K_1 abgegriffenen Potentiales an das Röhrengitter. Bei einer Drehung der Drehspule D des Meßwerkes bewegen sich die beiden Enden (Tauchelektroden) E_1 und E_2 des Drahtbügels in den Flüssigkeitskanälen und greifen hierbei ein der jeweiligen Stellung der Drehspule ent-



B	Drahtbügel	$E_{1,2}$	Tauchelektroden
C	Isolierplatte	$K_{1,2}$	Kanäle mit Glyzerin
D	Drehspule	Sp	Stromzuführung

Abb. 2. Meßwerk des Steuergalvanometers.

[3]) Vergl. K. Sauermann, ETZ 57 (1936) S. 1317.

[4]) In Abb. 2 ist das Meßwerk der Deutlichkeit halber von der Isolierplatte C abgehoben und unter falschem Blickwinkel und ohne die zugehörigen Befestigungsteile wiedergegeben. Auch die beiden Drahtenden E_1 und E_2 sind verstärkt nachgezeichnet, da sie sonst im Lichtbild nicht zu erkennen wären.

Digitized by Google

sprechendes Gitterpotential ab. Auf diese Weise erfolgt durch den Ausschlag des Steuergalvanometers eine Beeinflussung (Steuerung) des Röhrenwiderstandes und damit der an der Röhre liegenden Anodenspannung.

b) Der Regelvorgang.

Um die Arbeitsweise des Reglers, insbesondere aber das Zusammenwirken von Steuergalvanometer und Röhren, leicht zu übersehen, geht man am besten vom Gleichgewichtszustand des Reglers aus (Abb. 1).

Im Gleichgewichtszustand ist das Steuerinstrument *St* stromlos, also $u' = E$. Der an der Drehspule befestigte Drahtbügel *B* greift an der Glyzerinsäule K_2 ein solches Gitterpotential ab, das die Anodenspannung an der Röhre gerade den Unterschiedsbetrag zwischen der Eingangsspannung U und der konstant zu haltenden Ausgangsspannung u ausmacht. Wird jetzt z. B. durch irgendeinen Anlaß die Eingangsspannung U größer, so werden die Ausgangsspannung u und ihr Teilbetrag u' zuerst auch etwas anzusteigen versuchen. Dadurch wird aber sofort das Spannungsgleichgewicht zwischen u' und E gestört, und es fließt von der höheren Spannung u' her ein Strom durch das Steuerinstrument *St*, dessen Drehspule sich in diesem Falle, wie in der Zeichnung angedeutet, gegen den Uhrzeigersinn in Bewegung setzt und den Drahtbügel *B* in der Glyzerinrille K_1 in Richtung kleineren Gitterpotentiales wandern läßt. Dieser Verkleinerung des Gitterpotentials entspricht eine Erhöhung des Röhrenwiderstandes und — bei konstantem Strom — auch der an der Röhre liegenden Spannung U_A. Die Wanderung des Drahtbügels in der einmal eingeschlagenen Richtung dauert infolge der Richtkraftlosigkeit des Steuergalvanometers so lange an, bis der Strom im Steuergalvanometer verschwindet und u' wieder gleich E geworden ist, d. h. also bis der vorherige Gleichgewichtszustand wieder erreicht ist. In dieser Stellung bleibt die Drehspule des Steuerinstrumentes und mit ihr der Drahtbügel stehen, da ihn keine mechanische Richtkraft wieder in die vorherige Ausgangsstellung zurückzubewegen sucht. In umgekehrter Weise erfolgt der Regelvorgang, wenn die Eingangsspannung zum Regler kleiner wird. Ob die Störung des Gleichgewichtszustandes von einer Schwankung der Eingangsspannung U oder von einer Änderung des Belastungsstromes I oder auch von beiden Einflüssen gleichzeitig herrührt, ist hierbei für den Regler gleichgültig, stets wird er jede innerhalb seines Regelbereiches liegende Gleichgewichtsstörung schnellstens auszuregeln versuchen.

c) Die Einstellzeit (Regelgeschwindigkeit).

Da die Röhrenanordnung an sich trägheitsfrei arbeitet, hängt die Regelgeschwindigkeit nur von der Einstellzeit des verwendeten Steuergalvanometers ab. Hohe elektrische Empfindlichkeit, kleinstes Trägheitsmoment, aperiodische Dämpfung seiner Drehspule sind neben kurzem Regelweg für den Tauchbügel die Grundbedingungen für eine möglichst trägheitsfreie Regelung. Bei der annähernd erreichten Richtkraftlosigkeit des Steuergalvanometers ist die elektrische Empfindlichkeit, die durch den Schwellwert gekennzeichnet wird, sehr hoch. Dieser Schwellwert, d. h. jener Wert für den erforderlichen Mindeststrom, der die Drehspule aus dem Ruhezustand in Bewegung setzt, beträgt nur etwa 0,5 μA für das betriebsfähige Steuergalvanometer. Bei dem geringen Gewicht der Drehspule (mit Zubehör nur 0,6 g) und seinen geringen Abmessungen ist sein Trägheitsmoment sehr klein. Die aperiodische Dämpfung läßt sich durch Anpassung des Spannungsteilerwiderstandes leicht erreichen. Da sich bei plötzlichen starken Gleichgewichtsstörungen infolge des sprunghaft einsetzenden Ausgleichstromes die Drehspule ruckartig in Bewegung setzt, und der Tauchbügel in der Glyzerinsäule in ungünstigem Falle nur einen Weg von höchstens 1 mm zurückzulegen braucht, konnte es erreicht werden, daß die Einstellzeit des Reglers weniger als 0,1 s beträgt.

d) Die Regelgenauigkeit.

Für die Genauigkeit und Unveränderlichkeit der vom Regler gelieferten Spannung ist in erster Linie die Konstanz der Kompensationsspannung maßgebend. Handelsübliche Taschenbatterien erfüllen erfahrungsgemäß diese Forderungen ausreichend, wenn sie praktisch unbelastet bleiben. Das mit der Lebensdauer allmählich eintretende stetige Abfallen ihrer EMK spielt für die Regelgenauigkeit eine untergeordnete Rolle, weil hierfür einfache Ausgleichsmöglichkeiten bestehen. Zwei weitere Bedingungen für eine unbedingt konstante und ruhige Ausgangsspannung des Reglers sind völlige Stromlosigkeit des Steuerinstrumentes im Gleichgewichtszustand und dessen trägheitslose Einstellung. Diese beiden Forderungen sind praktisch kaum ganz zu erreichen, wohl aber in weitgehender Annäherung. Der Schwellwert nämlich, der die untere Ansprechgrenze für das Steuergalvanometer darstellt und der in der Lagerreibung des Meßwerkes begründet ist, verhindert die vollständige Ausregelung einer Gleichgewichtsstörung, so daß auch im Gleichgewichtszustand ein zwar sehr geringer, aber immerhin nachweisbarer Strom ($< 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ A) durch das Galvanometer fließt. Die hierdurch auftretenden kleinen Ungenauigkeiten des Reglers können auf Grund rechnerischer Ermittlungen zu etwa ± 10 mV angegeben werden; durch genaue Vergleichsmessungen wurde festgestellt, daß die Abweichungen der geregelten Spannung von ihrem konstanten Sollwert (240 V) tatsächlich kleiner als ± 15 mV entsprechend rd. ± 0,06 ‰ bleiben. Diese hohe Regelgenauigkeit ergibt in Verbindung mit der großen Regelgeschwindigkeit eine praktisch vollkommen ruhige und konstante Ausgangsspannung, die auch dann erhalten bleibt, wenn die Eingangsspannung in Grenzen bis zu etwa ± 20 V schwankt oder die volle Belastung für den Regler plötzlich aus- oder eingeschaltet wird.

4. Der vollständige Aufbau des Reglers.

Das vollständige Schaltbild des Reglers ist in Abb. 3 wiedergegeben. Entsprechend der Ausgangsspannung von

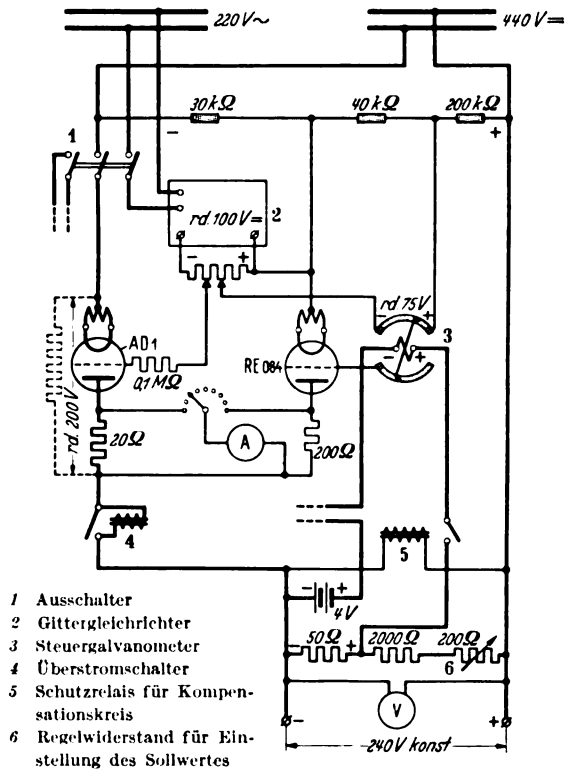


Abb. 3. Vollständiges Schaltbild des Reglers.

240 V und der zum Röhrenbetrieb notwendigen Anodenspannung von etwa 200 V beträgt die Eingangsspannung

Digitized by Google

440 V Gleichstrom. Steht als Eingangsspannung keine höhere Spannung als etwa 220 V zur Verfügung, so muß die Anodenspannung durch eine gesonderte Batterie oder durch Gleichrichtung aus dem Wechselstromnetz beschafft werden. Als Leistungsröhren sind die neuen Endröhren AD 1[5]) mit unmittelbarer Heizung (4 V ~) verwendet worden. Die hohe Belastbarkeit des Reglers, die Stromänderungen bis 1,5 A zuläßt, macht eine größere Anzahl (20 Stück) parallel geschalteter Röhren erforderlich, von denen jedoch im Schaltbild der Deutlichkeit halber nur eine angedeutet ist. Durch den umschaltbaren Strommesser *A* ist der Anodenstrom jeder einzelnen Röhre im Bedarfsfalle prüfbar. Außer den Endröhren AD 1 zeigt das Schaltbild noch eine Röhre RE 084, die als Vorverstärkerröhre für die AD 1 arbeitet. Ihre Verwendung ist nicht unbedingt erforderlich, bringt aber den Vorteil, daß sich die Regelgeschwin-

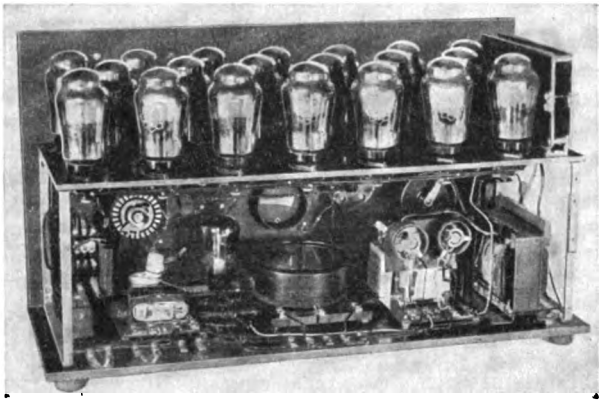


Abb. 4. Innerer Aufbau des Reglers. (Rückansicht bei abgehobener Schutzhaube.)

digkeit bedeutend steigern läßt, da der Tauchbügel des Steuergalvanometers *3* nur einen um das Verstärkungsmaß dieser Röhre verkleinerten Regelweg in der Glyzerinsäule zurückzulegen braucht. Dabei erfordert diese Vorverstärkerröhre außer einer getrennten Heizwicklung kaum einen Mehraufwand, da für Anodenspannung und Gitterspannung keine gesonderten Stromquellen nötig sind. Wie das Schaltbild weiter zeigt, werden die Gittersteuerspannungen für Vorröhre und Endröhren dem ungeregelten Gleichstromnetz, die Gittervorspannungen dagegen über einen Sperrschicht-Gleichrichter dem 220 V-Wechselstromnetz entnommen. Der Überstromschalter *4* schützt die Röhren vor Überlastung, während das Spannungsrelais *5* den Kompensationskreis vor solchen Spannungen schützen soll, die außerhalb des Regelbereiches liegen. Mit dem regelbaren Widerstand *6* kann innerhalb der Grenzen von 230 bis 250 V jeder gewünschte Spannungswert als Sollwert des Reglers eingestellt und am Spannungsmesser *V* abgelesen werden. Desgleichen kann durch Nachregeln dieses Widerstandes ein allmähliches Absinken der Kompensationsspannung ausgeglichen werden. Den inneren Aufbau des Reglers zeigt Abb. 4 mit einer Rückansicht.

5. Der Regler im praktischen Betrieb.

Wird der Regler an die vorgeschriebenen Spannungen angeschlossen, so ist er sogleich betriebsbereit, da die unmittelbare Heizung der Röhren keine Anlaufzeit erfordert. Im Betriebszustande bedarf der Regler im allgemeinen keiner besonderen Wartung. Die einmal eingestellte Sollspannung bleibt über längere Zeiträume praktisch konstant. Bei besonders hohen Ansprüchen an die Spannungskonstanz ist es ratsam, durch gelegentliches Nachregeln des Widerstandes *6* in Abb. 3 dem allmählichen Absinken der Kompensationsbatterie Rechnung zu tragen. Als Kompensationsbatterie wird eine gewöhnliche Taschenlampenbatterie von 4,5 V benutzt, die erfahrungsgemäß mindestens ½ Jahr lang leistungsfähig bleibt, ehe sie erneuert zu werden braucht. Innerhalb seiner Belastungsfähigkeit ist der Regler unempfindlich gegen plötzliche Belastungsstöße. Die schon im vorhergehenden zu etwa 1,5 A angegebene Belastbarkeit des Reglers kennzeichnet nur seine Regelfähigkeit gegenüber Änderungen der Strombelastung, während seine wirkliche Stromergiebigkeit durch passende Nebenwiderstände weitgehend erhöht werden kann. Soll der Regler z. B. auf einen Verbraucher arbeiten, dessen Grundbelastung 5 A beträgt und im Höchstfalle auf 6 A ansteigt, so läßt sich dieses leicht dadurch erreichen, daß ein dieser Grundbelastung entsprechender ohmscher Widerstand parallel zu den Endröhren AD 1 geschaltet wird, wie dies im Schaltbild Abb. 3 gestrichelt angedeutet ist. Der Grundstrom von 5 A fließt dann dem Verbraucher über diesen ohmschen Widerstand zu, während über die Röhren nur der Unterschiedsbetrag zwischen 6 und 5 A, also im Höchstfalle 1 A, fließt. Wie schon eingangs angedeutet wurde, brauchen die Betriebsdaten und -spannungen der Röhren nicht konstant zu sein, da netzübliche Schwankungen durch die Kompensationsschaltung selbsttätig ausgeglichen werden. Für die Stabilität des Reglers spricht es, daß man eine oder mehrere der Leistungsröhren im Betriebszustande entfernen kann, ohne daß hierdurch die geregelte Ausgangsspannung irgendwie beeinflußt wird[6]). Trotz der hohen elektrischen Empfindlichkeit des Steuergalvanometers ist der Regler den üblichen Betriebsbeanspruchungen bezüglich Kurzschlußfestigkeit und Überspannungen gewachsen. Auch für die Gebrauchslage stellt der Regler keine besonderen Anforderungen, da das Steuerinstrument auch bei Schräglage bis zu 10 ° einwandfrei arbeitet.

Die Verwendung des Reglers ist zu vielen Zwecken möglich. Wenn er auch hauptsächlich zur Regelung von Photometerspannungen entwickelt wurde, so kann er doch auch in allen anderen Fällen benutzt werden, wo eine äußerst konstante Gleichspannung trotz veränderlicher Last gefordert wird, z. B. für Eich- und Prüfzwecke und dergleichen mehr. Gerade diese Unabhängigkeit seiner Ausgangsspannung von der Belastung ist ein wesentlicher Vorteil des Reglers gegenüber Akkumulatorenbatterien, ein weiterer Vorteil liegt darin, daß der Regler nur ein verhältnismäßig kleines Gerät darstellt, das meist in nächster Nähe des Verbrauchers aufgestellt werden kann, so daß sich störende Spannungsabfälle in den Zuleitungen leicht vermeiden lassen. Für die Konstanthaltung von Netzspannungen ist der Regler ebenfalls verwendbar, wenn man ihn in bekannter Weise auf die Felderregungen der Generatoren arbeiten läßt. Auch jede andere physikalische Größe, wie Temperatur, Druck, Durchflußmenge usw., die sich durch einen verhältnisgleichen elektrischen Wert darstellen läßt, ist mit dieser beschriebenen Anordnung regelbar.

Die Belastungsfähigkeit des Reglers richtet sich nach der Röhrenzahl und dürfte praktisch auf 2 bis 3 A Stromänderung zu begrenzen sein. Für höhere Stromänderungen können zwar leistungsstärkere Senderöhren verwendet werden, doch würden die hierzu im allgemeinen erforderlichen hohen Anodenspannungen (1000 bis 2000 V) eine merkliche Verteuerung und Vergrößerung des Gerätes mit sich bringen.

Zusammenfassung.

Durch die Benutzung eines besonderen Steuergalvanometers kann die Genauigkeit von Röhrenreglern über das für Gleichstrom-Röhrenverstärker übliche Maß gesteigert werden. Durch geeignete Ausbildung dieses Steuergalvanometers läßt sich trotzdem die Einstellzeit des Reglers

[5]) Der mittlere Anodenstrom beträgt etwa 60 mA und die Steilheit der statischen Kennlinie etwa 6 mA/V.

[6]) Selbst die Vorverstärkerröhre RE 084 kann gegen eine ähnliche Röhre anderer Bauart, z. B. RE 074, RE 114 oder RE 124, ausgewechselt werden, ohne daß ein Nachregeln ihrer Betriebsspannungen erforderlich wäre.

Digitized by Google

kleiner als 0,1 s halten. Die mit dem beschriebenen Regler erreichte Spannungskonstanz ist auf ± 15 mV (entsprechend rd. 0,06 % bei 240 V) gewährleistet. Plötzliche Belastungsstöße innerhalb des zulässigen Regelbereiches von 1,5 A maximal werden innerhalb 0,1 s ausgeregelt. Bei gleichbleibendem Regelbereich kann die Belastungsfähigkeit des Reglers durch passende Nebenwiderstände weitgehend erhöht werden. Eine weitere Steigerung der Regelgenauigkeit und Einstellgeschwindigkeit des Reglers dürfte durch Verkleinerung und gleichzeitige Bandaufhängung des Meßwerkes für das Steuergalvanometer unschwer zu erreichen sein.

Die Bedeutung der Antennenkapazität für geschirmte Rundfunk-Empfangsanlagen.

Von F. Bergtold VDE, München.

621. 396. 671. 2

Übersicht. Da der Antennenkapazität in Rundfunk-Empfangsanlagen immer noch zu wenig Beachtung geschenkt wird, soll hier die Bedeutung dieser Kapazität erläutert werden. Anschließend daran wird abgeleitet, welchen Mindestwert die Antennenkapazität bei dem heutigen Stand der Technik aufweisen soll, wobei zwischen der wirksamen Kapazität und der schädlichen Kapazität unterschieden werden muß. Überschlägige Zahlenrechnungen lassen erkennen, daß die Antennenkapazitäten für geschirmte Anlagen, die nicht mit Übertragern ausgerüstet sind, in der Regel zu gering bemessen werden, während für Anlagen, die mit Übertragern arbeiten, auch sehr kleine Antennenkapazitäten noch genügen.

Die Empfangs-Antennenanlage als Stromquelle.

Durch das von dem zu empfangenden Sender am Empfangsort bewirkte Spannungsgefälle bekommt jede Empfangsantenne gegenüber dem Erdboden eine innere

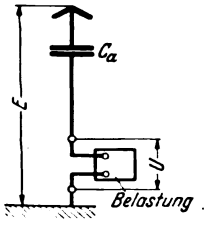


Abb. 1. Die innere Spannung E, die Antennenkapazität C_a und die am Empfänger verfügbare Klemmenspannung U in einer Antennenanlage.

Spannung (EMK), die mit der Höhe der Antenne in Zusammenhang steht. Wird die Empfangsanlage statt mit Erdung mit Gegengewicht betrieben, so kommt als Höhe der Höhenunterschied zwischen Antenne und Gegen-

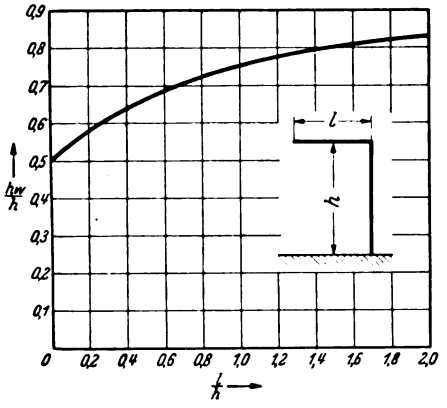


Abb. 2. Die Höhe (h_w) des für die innere Antennenspannung maßgebenden Mittelpunktes in Bruchteilen der tatsächlichen Antennenhöhe (h) abhängig von dem Verhältnis zwischen Länge des waagerechten Teiles (l) und tatsächlicher Höhe.

gewicht und als innere Spannung diejenige der Antenne gegenüber dem Gegengewicht in Betracht. Die Antennenanlage weist für den Stromkreis, in dem die innere Spannung wirksam ist, einen vorwiegend kapazitiven Widerstand auf, der im wesentlichen durch die Antennenkapazität gegeben ist. Dieser kapazitive Widerstand wirkt als Innenwiderstand der Antennenanlage (Abb. 1) und hat bei Belastung der Antennenanlage entsprechende Spannungsabfälle zur Folge.

Die innere Spannung der Antennenanlage.

Der Wert der inneren Antennenspannung entspricht im unverzerrten Sendefeld der Höhenlage des gemeinsamen Mittels derjenigen (nicht geschirmten) Teile, die

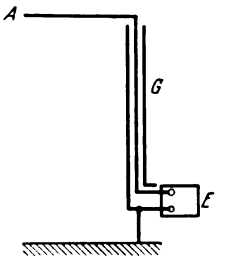


Abb. 3. Grundsätzliche Anordnung einer mit geschirmter Ableitung versehenen Antennenanlage. Die Antenne ist mit A, die geschirmte Ableitung mit G und der Empfänger mit E bezeichnet.

den eigentlichen Luftleiter darstellen. Für nicht geschirmte Anlagen mit völlig frei hängender Ableitung stimmt die Mittelpunktshöhe mit der „wirksamen Höhe"

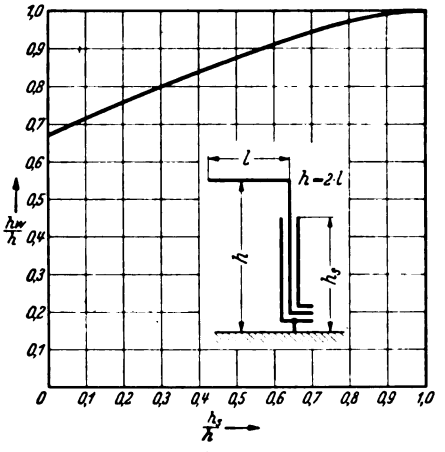


Abb. 4. Die Höhe (h_w) des für die innere Antennenspannung maßgebenden Mittelpunktes in Bruchteilen der gesamten Antennenhöhe (h) abhängig von dem Verhältnis zwischen geschirmter Länge (h_s) der Ableitung und Gesamtlänge der Ableitung (h).

der Antenne (Abb. 2) überein. Für geschirmte Anlagen ist bei freien Luftleitern ohne senkrechte Ausdehnung (z. B. Abb. 3) die Mittelpunktshöhe gleich der tatsächlichen Antennenhöhe, sofern die Antenne in waagerechter Richtung eine gewisse Mindestabmessung hat, die sicherstellt, daß der Hauptteil der Antenne außerhalb des Bereiches liegt, in dem der Mantel des Abschirmkabels verzerrend auf das Spannungsgefälle einwirkt. Diese Mindestabmessung beträgt ungefähr 2 m. Der Zusammen-

Digitized by Google

hang zwischen dem Verhältnis der geschirmten Höhe zu der Gesamthöhe und dem Verhältnis der (wirksamen) Mittelpunktshöhe zu der Gesamthöhe ist für den Fall $h = 2 \cdot l$ in Abb. 4 dargestellt.

Der Innenwiderstand der Antennenanlage.

Wie schon bemerkt, wird der Innenwiderstand der Antennenanlage im wesentlichen durch den Teil der Antennenkapazität dargestellt, der unmittelbar an der Aufnahme der Sendewellen beteiligt ist. Diese Kapazität entspricht dem Wert, den wir erhalten, wenn wir die Antenne hoch und frei aufhängen und alle leitenden Teile — besonders solche, die geerdet sind — aus ihrer nächsten Umgebung entfernen. Betriebsmäßig ist neben dieser eigentlichen Antennenkapazität stets auch schädliche Kapazität vorhanden. Die schädliche Kapazität kann zwar bei L-Antennen und auch bei vielen Kurzantennen in der Regel vernachlässigt werden. Sie ist aber bei Stabantennen fast immer zu berücksichtigen, da hier die Kapazität zwischen Antenne und Tragrohr vielfach einen nicht unerheblichen Teil der Gesamtkapazität darstellt. Die Größenordnung der schädlichen Kapazität dürfte für solche Anordnungen ungefähr zwischen 5 und 25 cm liegen.

Für die Nutzkapazität gilt ganz überschlägig, daß zu jedem Meter der Summe der Längenausdehnungen (Länge + Breite + Höhe) eine Kapazität von 5 bis 10 cm gehört. Eine Stabantenne mit 4 m Länge und geringer Dicke hat demnach eine Nutzkapazität zwischen 20 und 40 cm.

Aus den hier genannten Zahlenwerten folgt, daß es notwendig ist, die schädliche Kapazität in Abrechnung zu bringen, wenn man die Antennenkapazität einer Stabantenne bei Befestigung der Antenne auf dem Tragrohr bestimmt.

Bedeutung des Innenwiderstandes bei Belastung der Antenne.

Die innere Antennenspannung wirkt über die eigentliche Antennenkapazität auf die übrige Antennenanlage, die die Belastung der Hochfrequenz-Stromquelle bildet. Wir erkennen aus Abb. 5, daß die Antennenkapazität mit

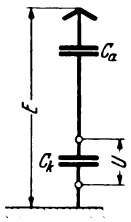


Abb. 5. Zur Berechnung der verfügbaren Spannung einer Anlage mit einer unmittelbar an die Antenne angeschlossenen geschirmten Ableitung. Hier bedeuten: E die innere Antennenspannung, C_a die Antennenkapazität, C_k die Kabelkapazität zwischen Innenleiter und Abschirmung und U die am Empfänger verfügbare Klemmenspannung.

dem Leitwert der Belastung in Einklang stehen muß. Man benötigt um so mehr Antennenkapazität, je größer der Leitwert der Belastung wird. Dabei ist dieses Verhältnis auch von dem Wert der inneren Antennenspannung abhängig. Je größer deren Wert ist, desto größer darf natürlich der durch die Belastung in dem kapazitiven Antennenwiderstand hervorgerufene Spannungsabfall werden.

Wir wollen nun die beiden wichtigen Belastungsfälle betrachten: 1. die kapazitive Belastung durch ein unmittelbar angeschlossenes Abschirmkabel und 2. die Wirkbelastung durch ein mittels Übertrager angeschlossenes, am Ende mit Abschlußwiderstand versehenes Kabel, wobei wir den schädlichen Teil der Antennenkapazität jeweils erst nachträglich in die Betrachtungen einbeziehen.

Die Belastung der Antenne durch ein unmittelbar angeschlossenes Abschirmkabel.

Die heutigen Abschirmkabel weisen Kapazitätswerte von etwa 30 cm je Meter auf. Die Längen, die für diese Abschirmkabel in Frage kommen, belaufen sich auf etwa 10 bis 25 m. In der Mehrzahl der Fälle wird man mit einer Länge um 17 m zu rechnen haben. Dem entspricht eine Kapazität von rd. 500 cm. Der Eingangswiderstand des Rundfunkempfängers ist gegenüber dem kapazitiven Widerstand, den eine Kapazität von 500 cm im Frequenzbereich der Rundfunkwellen aufweist, meist vernachlässigbar, so daß wir als Antennenbelastung lediglich den kapazitiven Widerstand des Abschirmkabels in Rechnung zu setzen brauchen. Hierfür gilt mit den Bezeichnungen der Abb. 5:

$$U = E/(C_k/C_a + 1). \qquad (1)$$

Dem entsprechen die in Abb. 6 gezeigten Kennlinien. Aus diesen entnehmen wir, daß bei 500 cm Kabelkapazität selbst für eine Antennenkapazität von 100 cm nur 16,7 % der inneren Antennenspannung am Empfängereingang wirksam werden.

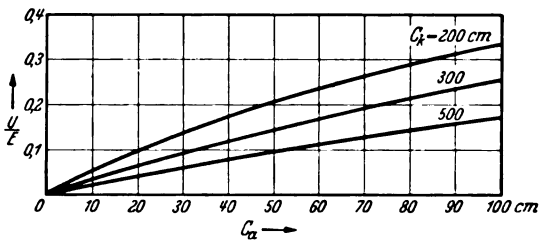


Abb. 6. Die verfügbare Spannung in Bruchteilen der inneren Antennenspannung für eine Anordnung nach Abb. 5.

Da bei unmittelbarer Anschaltung der geschirmten Ableitung die Belastung ebenso wie der Innenwiderstand der Antenne einen kapazitiven Widerstand darstellt, sind die durch Abb. 6 angegebenen Bruchteile der verfügbaren Spannung in weiten Grenzen frequenzunabhängig. Eine nennenswerte Frequenzabhängigkeit kann hier nur auftreten, wenn es sich um Frequenzen handelt, deren zugehörige Wellenlängen kleiner sind als etwa die achtfache Länge der geschirmten Ableitung. Der schädliche Teil der Antennenkapazität hat hier insofern wenig Einfluß, als er den hohen Wert der Kapazität C_k zwischen Innenleiter und Kabelmantel nur um einen im Vergleich dazu geringen Wert erhöht.

Die Belastung der Antenne durch ein mittels Übertrager angeschlossenes Abschirmkabel.

Man geht immer mehr dazu über, in geschirmten Anlagen sowohl den kapazitiven Antennenwiderstand wie auch den Eingangswiderstand des Empfängers an das Kabel anzupassen. Die Übersetzung des Empfängerübertragers wählt man derart, daß der Eingangswiderstand des Empfängers auf der Kabelseite möglichst mit dem Wert des Kabel-Wellenwiderstandes zur Wirkung kommt. Hierdurch wird erreicht, daß in dem Kabel stehende

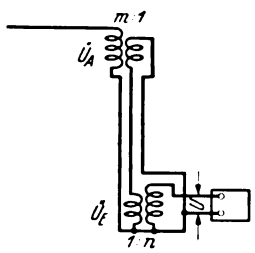


Abb. 7. Die grundsätzliche Schaltung einer mit Übertragern arbeitenden Anlage. Hierin bedeuten $\ddot{U}_a$ den Antennenübertrager und $\ddot{U}_e$ den Empfängerübertrager.

Wellen nicht zustande kommen können und daß der Belastungswiderstand, den das Kabel für die Antenne darstellt, von der Kabellänge unabhängig wird. Die Übersetzung des Antennenübertragers wählt man z. B. mit 10 : 1 so, daß der Antennenwiderstand auf der Kabelseite mit etwa $^1/_{100}$ seines Wertes zur Geltung kommt. Man kann das auch in der Weise ausdrücken, daß man sagt, die Antennenkapazität wird für die Kabelseite auf den

Digitized by Google

$10 \times 10 = 100$fachen Wert gewandelt. Ein mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossenes Kabel hat einen frequenzunabhängigen Eingangswiderstand, der dem Wellenwiderstand gleich ist (bei den augenblicklich gebräuchlichen Kabeln rd. 100 Ω). Demgemäß ergibt sich zwischen kapazitivem Innenwiderstand der Antenne und Eingangswiderstand des Kabels eine frequenzabhängige Spannungsteilung. Mit Abb. 7 und den folgenden Bezeichnungen:

E innere Antennenspannung
U am Empfängereingang verfügbare Spannung
C_a Antennenkapazität in cm
$1/n$ Übersetzungsverhältnis des Empfängerübertragers
$m/1$ Übersetzungsverhältnis des Antennenübertragers
R_w Abschlußwiderstand des Kabels (Wellenwiderstand in Ω)
f Frequenz in MHz

gilt, für die gewandelte Antennenkapazität C_g der Ausdruck:

$$C_g = m^2 C_a . \tag{2}$$

Der kapazitive Widerstand S_g der gewandelten Antennenkapazität ist dann:

$$S_g = \frac{143\,000}{f\, m^2 C_a} . \tag{3}$$

Der Gesamtwiderstand R_S der Reihenschaltung aus gewandelter Antennenkapazität und 100 Ω Kabel-Wellenwiderstand ist:

$$R_S = \sqrt{10\,000 + \left(\frac{143\,000}{f\, m^2 C_a}\right)^2} . \tag{4}$$

Mit der Antennenkapazität muß auch die innere Antennenspannung umgerechnet werden. Zu dem eben ermittelten Gesamtwiderstand gehört demnach als innere Spannung der Wert E/m.

Da sich die Spannungen in einer Reihenschaltung wie die zugehörigen Widerstände verhalten, ist die an dem Wellenwiderstand von 100 Ω auftretende Spannung:

$$\frac{E}{m} \cdot 100 : \sqrt{10\,000 + \left(\frac{143\,000}{f\, m^2 C_a}\right)^2} = \frac{E}{m} : \sqrt{1 + \left(\frac{1430}{f\, m^2 C_a}\right)^2} . \tag{5}$$

Diese Spannung wird im Empfängerübertrager wieder auf den n-fachen Wert gewandelt. Demgemäß gilt:

$$U = \frac{n}{m} E : \sqrt{1 + \left(\frac{1430}{f\, m^2 C_a}\right)^2} . \tag{6}$$

Als Frequenzbereich kommt in Frage 0,15 bis 1,5 MHz. Lassen wir für die tiefste Frequenz zu, daß U auf den Wert $\frac{1}{2}\frac{n}{m} E$ sinkt, so ergibt sich mit $f = 0{,}15$ MHz:

$$\left(\frac{1430}{0{,}15 \cdot m^2 C_a}\right)^2 = 3, \tag{7}$$

woraus folgt:

$$m^2 C_a = \frac{1430}{0{,}15 \cdot 1{,}73} = 5500. \tag{8}$$

Für $m = 10$ und $n = 7$ gilt:

$$U = 0{,}7 \cdot E \sqrt{1 + \left(\frac{1430}{f \cdot 100 \cdot C_a}\right)^2} = 0{,}7 \cdot E \sqrt{1 + \left(\frac{14{,}3}{f\, C_a}\right)^2} . \tag{9}$$

Unter Verwertung der Gl. (8) sind die in Abb. 8 dargestellten Kennlinien berechnet, wobei n durchweg mit 7 angenommen wurde. Abb. 9 zeigt die entsprechenden Kennlinien für einen gleichbleibenden Wert von m ($m = 10$) [Gl. (9)]. Die dort punktierte Kennlinie entspricht der unteren Kennlinie von Abb. 8. Man sieht im Vergleich mit der punktierten Kennlinie, daß bei Antennenkapazitäten über etwa 20 cm der Spannungsverlust für die tiefsten Empfangsfrequenzen durch den Spannungsgewinn für die empfangstechnisch wichtigeren hohen Frequenzen bei weitem aufgehoben wird.

Nun haben wir noch die Auswirkung der Verlustkapazität zu untersuchen. Wir nehmen sie zu 10 cm an und setzen für die Antennenkapazität 20 cm voraus. Unter diesen beiden Annahmen wollen wir die am Empfängereingang wirksame Spannung für beide Grenzfrequenzen (0,15 und 1,5 MHz) ermitteln. Durch die schädliche Kapazität, deren gewandelter Wert ($10 \times 10 \times 10 = 1000$ cm)

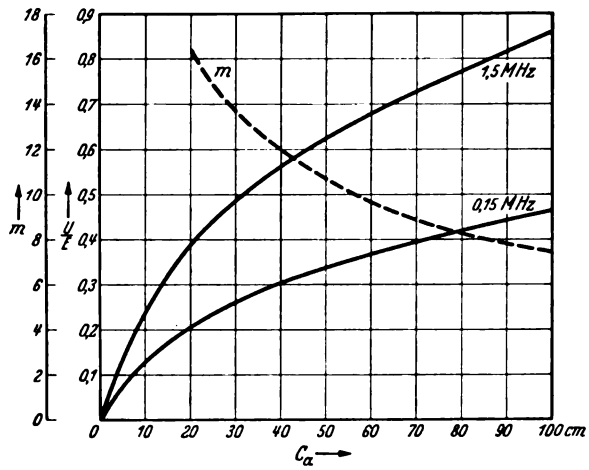


Abb. 8. Verfügbarer Spannungsbruchteil für 1,5 und 0,15 MHz, abhängig von der Antennenkapazität für den jeweils günstigsten Wert der Untersetzung des Antennenübertragers.

dem Wellenwiderstand des Kabels nebengeschaltet ist, wird die auf den Kabelwiderstand entfallende Spannung vermindert. Außerdem wird dadurch die Frequenzabhängigkeit der Spannungsaufteilung abgeschwächt, da der nebengeschaltete Widerstand ebenso wie der Antennenwiderstand kapazitiv ist.

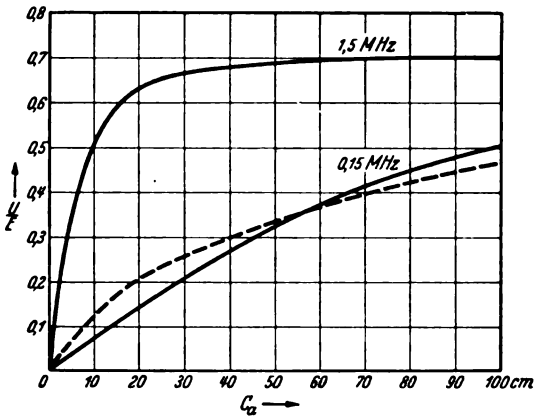


Abb. 9. Verfügbarer Spannungsbruchteil für 1,5 und 0,15 MHz abhängig von der Antennenkapazität für eine Untersetzung des Antennenübertragers von 10 : 1 ($m = 10$). Zum Vergleich ist hier die für 0,15 MHz gültige Kennlinie aus Abb. 6 gestrichelt eingetragen.

Der Einfachheit halber führen wir die Ermittlung an Hand von Vektorenbildern durch. Das geschieht in der Weise, daß wir den Wert der an der Nebeneinanderschaltung liegenden Spannung willkürlich annehmen, die beiden Teilströme der Nebeneinanderschaltung berechnen, den durch die schädliche Kapazität fließenden Strom um 90° gegenüber der angenommenen Spannung voreilend antragen, daran — in Phase mit der angenommenen Spannung — den berechneten Wirkstrom ansetzen, den zu beiden Strömen gehörigen Gesamtstrom eintragen und schließlich — diesem Strom um 90° nacheilend — die zum kapazitiven Widerstand der Antenne gehörige Spannung an die angenommene Spannung anfügen. Teilen wir nun

Digitized by Google

die angenommene Spannung durch die ermittelte Gesamtspannung, die der inneren Antennenspannung entspricht und vervielfachen wir schließlich das Ergebnis — den Übertragerübersetzungen gemäß — mit 7 : 10, so erhalten wir damit den gesuchten Spannungsbruchteil.

Die kapazitiven Widerstände, die hierzu gehören, lassen sich folgendermaßen berechnen:

$$\text{Gewandelter Antennenwiderstand } R_g = \frac{143\,000}{f \cdot 100 \cdot 20} = \frac{72}{f}.$$

Das gibt für $f = 1{,}5$ MHz 48 Ω und für $f = 0{,}15$ MHz 480 Ω. Die gewandelten Widerstände der schädlichen Kapazität sind doppelt so groß — also für 1,5 MHz 96 Ω und für 0,15 MHz 960 Ω.

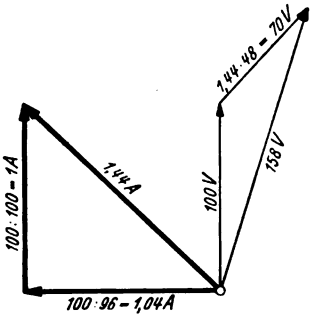


Abb. 10. Vektorbild für eine Empfangsfrequenz von 1,5 MHz.

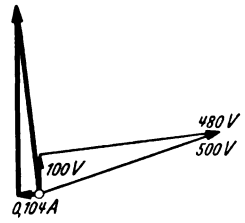


Abb. 11. Vektorbild für eine Empfangsfrequenz von 0,15 MHz.

Aus den beiden Vektorenbildern (Abb. 10 und 11) ergeben sich unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse folgende Spannungsbruchteile: für 1,5 MHz 0,44 und für 0,15 MHz 0,14. Wie wir sehen, sind selbst für eine Antennenkapazität von nur 20 cm und für einen im Vergleich dazu sehr hohen Wert der schädlichen Kapazität die verfügbaren Spannungsbruchteile für höhere Empfangsfrequenzen — d. h. im Mittelwellenbereich — noch weit größer als bei einer Verwendung einer Antenne mit einer Kapazität von 100 cm unter Verzicht auf Übertrager.

Der Wert der Antennenkapazität und die Beeinflussung der Empfangsanlage durch Nahstörungen.

Bei geringer Antennenkapazität ist es praktisch möglich, die Erdkapazität der Antenne durch eine der beiden nachstehend genannten Maßnahmen fast bis auf Null herabzusetzen:

1. bei Vorhandensein eines Blechdaches dadurch, daß man die Antenne nahe der Blechdachmitte und nicht zu hoch über dem Blechdach anordnet,
2. bei nicht leitendem Dach dadurch, daß man unterhalb der Antenne (meist wohl im Dachboden) ein Gegengewicht ausspannt, das die Antenne nach allen Seiten hin überragt.

Bei sehr kleiner Erdkapazität der Antenne und bei Verbindung des Abschirmmantels mit dem Gegengewicht oder mit dem an Stelle des Gegengewichtes tretenden Blechdach erreicht man eine fast völlige Unempfindlichkeit der Empfangsanlage gegenüber Nahstörungen aller Art. Eine Erdung des Gegengewichtes oder des Blechdaches bringt selbst in solchen Fällen keine Erhöhung der Empfindlichkeit gegenüber Nahstörungen mit sich, in denen die Erdung über eine stark gestörte Erdleitung erfolgt.

Zusammenfassung.

Die hier durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß geschirmte Anlagen stets mit Übertragern ausgeführt werden sollten und daß bei Anwendung passender Übertrager auch mit kleinen Antennen am Empfängereingang noch ziemlich hohe Empfangsspannungen erzielbar sind. Der verhältnismäßig geringe Einfluß der schädlichen Kapazität ermöglicht es, die kleine Antenne mechanisch sehr fest mit der zugehörigen Antennenstütze zu verbinden. Bei kleiner Antenne kann die Antennenerdkapazität durch Anordnung eines verhältnismäßig großen Gegengewichtes (an dessen Stelle auch ein Blechdach verwertbar ist) nahezu auf Null heruntergedrückt werden, wodurch die Auswirkung der Nahstörbeeinflussung fast ganz unterdrückt wird.

Die elektrischen Öfen in der Eisengießerei.

621. 365. 2. +. 5. 029. 5 : 669. 13

Für die Herstellung von Gußeisen in elektrischen Öfen[1]) kommen drei Ofenarten in Betracht: der Drehofen mit indirektem Bogen, der Dreiphasenofen mit direktem Bogen und der Hochfrequenz-Induktionsofen. Wegen seiner hohen Anlagekosten wird der letztere zum Eisenschmelzen weniger verwendet. Beim Drehofen mit indirektem Bogen erfolgt die Schmelzung vermittels eines Lichtbogens zwischen zwei waagerechten Elektroden. Das Metall selbst befindet sich unterhalb des Bogens, der nicht von den Elektroden zum Metall zieht (indirekter Bogen). Während des Schmelzens und Überhitzens wird der Ofen hin- und hergeschaukelt, dadurch werden immer wieder neue Oberflächen des metallischen Einsatzes bzw. des Bades dem Lichtbogen ausgesetzt und eine wirksame Durchmischung des Schmelzgutes erreicht. Es ist möglich und auch üblich, ohne deckende Schlacken zu schmelzen; dies ist hinsichtlich der genauen Überwachung der Zusammensetzung des erzeugten Gußeisens von Vorteil. — Beim Ofen mit direktem Lichtbogen wird der Bogen zwischen drei senkrechten Elektroden und dem Einsatz gebildet, wobei der Bogen weiter nach dem Niederschmelzen des Einsatzes durch das Bad und die Schlacke geht. Man arbeitet in diesem Falle stets mit einer schützenden Schlackendecke über dem Eisenbad.

Im Gegensatz zu den mit festem Brennstoff arbeitenden Öfen nimmt beim elektrischen Ofen das Bad keinen Kohlenstoff aus der Wärmequelle auf. Würde also nur Stahl aufgegeben, so wäre das Schmelzerzeugnis wiederum auch nur Stahl. Stahl mit Roheisen oder Gußbruch aufgegeben erniedrigt den Kohlenstoffgehalt der Schmelze durch einfaches Auflösen. Ebenso verhält es sich mit den sonstigen Elementen in Eisen und Stahl. Deshalb ergeben sich beim Schmelzen von Gußeisen im elektrischen Ofen die fünf Elemente C, Si, Mn, P und S in dem Betrag entsprechend ihrer Höhe in den eingeführten und im Ofen vermischten Einsatzstoffen; ihr jeweiliger Gehalt wird demnach durch eine einfache arithmetische Berechnung nach der Analyse und Menge der Einsatzmengen ermittelt. Da die Eigenschaften des Gußeisens stark von der Zusammensetzung abhängen, bietet der elektrische Ofen dem Eisengießer ein zuverlässiges Mittel für die Überwachung der Zusammensetzung und für die sichere Erhaltung bestimmter Zusammensetzungen. Abgesehen von der Zusammensetzung ermöglicht der elektrische Ofen bei der Gußeisenerzeugung: ein dichtes, gleichmäßiges, feines Korngefüge, eine gleichmäßige Härte, besonders in Gußstücken mit verschiedenen Wandstärken, kleinere Graphitpartikeln, die dazu noch gleichmäßig verteilt sind, ein vollständiges Vermischen der Legierungsbestandteile, die gewünschte Zugfestigkeit, eine verbesserte Kerbzähigkeit, eine gute Verschleißfestigkeit und gleichmäßige Bearbeitbarkeit. Ein im elektrischen Ofen erzeugtes verschleißfestes Gußeisen, das Ni-Hard-Gußeisen, wird mit Ni und Cr legiert und besitzt in Sand gegossen eine Härte von 550 Brinelleinheiten und mehr ohne Verwendung von Abschreckkokillen und ohne Warmbehandlung. Es hat also eine um 200 bis 250 Brinelleinheiten höhere Härte als abgeschrecktes weißes Gußeisen und enthält in der Regel 4,50% Ni und 1,50% Cr. Ein anderes Sondergußeisen ist das Ni-Resist-Gußeisen, ein hochkorrosions- und hitzebeständiges Gußeisen mit 16,85% Ni, 6,5% Cu und 2,25% Cr, das ebenfalls mit genauer Zusammensetzung im elektrischen Ofen erzeugt wird. Gerade in den Fällen, in denen eine bestimmte Zusammensetzung mit größter Genauigkeit angestrebt wird, ist der elektrische Ofen höchst zuverlässig. *Kp.*

[1]) C. H. Morken, Iron Age 139 (1937) H. 17, S. 36 u. H. 18, S. 46 u. 120; 10 S., 14 Abb.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

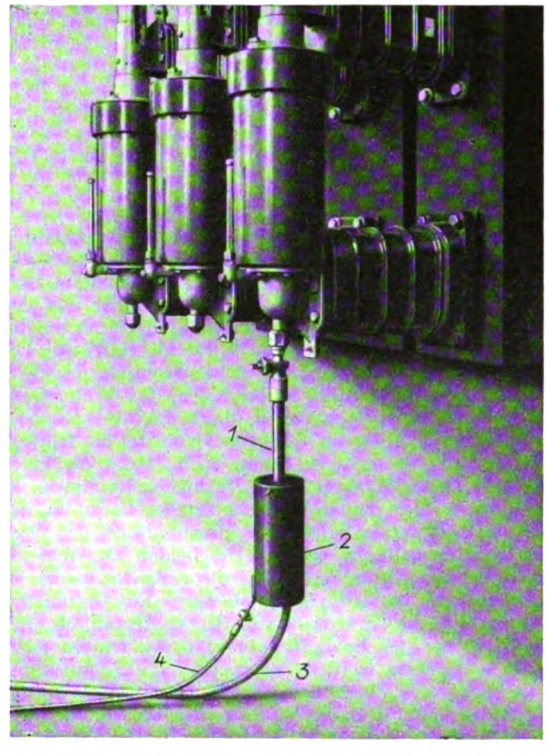
621. 315. 221. 002. 2 **Absatzloses Aufpressen von Kabelbleimänteln.** — Der Aufsatz behandelt in der Hauptsache die neuesten Errungenschaften auf dem Gebiet der Bleipressen zum stetigen Aufbringen von Kabelbleimänteln. Hierbei wird der zum Aufpressen des Bleis benötigte Druck statt, wie bisher, durch den Stempel einer hydraulischen Presse mittels eines Schraubengliedes erzeugt, welches von einem Motor angetrieben wird. Der Verfasser behandelt die Originalmaschine und erwähnt der Vollständigkeit halber, daß es auf dem Markt noch eine andere absatzlos arbeitende Maschine zum Aufpressen von Blei gibt, die nach etwas anderen Grundsätzen gebaut wurde. Die Erfahrungen des Verfassers gehen zurück auf das Jahr 1929, als das erste Bleirohr absatzlos aufgepreßt wurde, und die Entwicklung führte in stetigem Vorwärtsschreiten bis zum heutigen Tage, wo betriebsmäßige absatzlos arbeitende Maschinen zum Aufpressen von Blei geliefert werden können. Nach einem eingehenden Bericht über die Nachteile früherer Verfahren beschreibt der Verfasser den Bau und den Betrieb solcher Maschinen, und auf Grund von Betrachtungen über die physikalischen und metallurgischen Eigenschaften des Bleimantels beweist er die Verbesserungen, die in der Herstellung nahtloser Bleimäntel erzielt worden sind. — Da die Verwendung der stetig arbeitenden Bleipresse im engen Zusammenhang mit der Bleischmelzeinrichtung und der Aufwickelvorrichtung für die aus der Maschine austretenden Kabel steht, wurde besonderer Wert auf die Verbindung dieser Einrichtungen mit der neuen Bleipresse gelegt. Der Verfasser beschreibt ausführlich eine solche verbesserte Bleischmelzeinrichtung sowie eine selbsttätige Aufwickelvorrichtung für das fertiggestellte Kabel. [P. Dunsheath, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 353; 15 S., 14 Abb.] *On.*

Elektrische Maschinen.

621. 314. 21. 015. 34 **Stoßwellenvorgänge in Transformatorwicklungen.** — In einer umfangreichen Arbeit stellen Allibone, McKenzie und Perry die Ergebnisse eigener Messungen über die Stoßwellenbeanspruchung von Transformatorwicklungen zusammen und belegen sie durch eine große Zahl von Kathodenstrahl-Oszillogrammen. Als Versuchskörper dienten a) ein einphasiger Spulenaufbau ohne Sekundärwicklung mit geschweißten Stahlrohren als Kerne und Joch, b) ein dreiphasiger Transformator mit geschichtetem Blechkern, 66/3,3 kV bei 100 kVA. Wie immer bei derartigen Modellmessungen, ist bei der Übertragung der Ergebnisse auf große Transformatoren mit verwickelterem Aufbau Vorsicht geboten. So scheint z. B. die Leistung des Modells b) im Vergleich zu seiner Nennspannung zu gering, um die praktischen Verhältnisse überall richtig wiederzugeben. Die Versuche sollten aber in erster Linie die typischen Erscheinungen der Eigenschwingungen zeigen und den Vergleich mit der Rechnung ermöglichen. — Im rechnerischen Teil werden die an sich bekannten Grundformeln für die kapazitive Verteilung, die Frequenzen der Harmonischen und das gesamte Raum-Zeit-Bild für geerdeten und isolierten Sternpunkt abgeleitet. Unsicher blieb auch hier die Bestimmung der wirksamen Induktivitäten L_n; die Messung ergab nur rd. $^1/_3$ der nach Blume u. Boyajian berechneten Werte. — Die Stoßmessungen selbst wurden wie üblich mit einer Spannung von wenigen kV und mit ziemlich langen Wellen, meist 110 bis 740 µs Halbwert ausgeführt. Gemessen wurde stets gegen Erde, während eine Auswertung der Oszillogramme hinsichtlich der Differenzspannungen zwischen den Spulen leider fehlt. Die zahlreichen Meßreihen erstrecken sich auf die Klärung des Einflusses folgender Größen: Stirn- und Rückenlänge der Welle, Widerstand der Wicklung, Kastenwandung, zusätzliche Reihenkapazitäten und Sternpunktscheinwiderstände, Unstetigkeit durch frei schwingende Wicklungsteile, verstärkte Eingangspulen, Sprungwellenring, Transformierung in die Sekundärwicklung, mehrpolige Stöße auf das 3phasige Modell in △/⅄-Schaltung. Als bemerkenswert seien hier nur folgende Einzelheiten hervorgehoben: Eine Verlängerung der Stirn von ½ auf 4 µs ergibt lediglich geringfügige Unterschiede innerhalb der Eingangspule, während der übrige Ablauf unbeeinflußt bleibt. Erst bei 50 µs Stirnlänge nehmen die Amplituden um 10 bis 50% ab. Kurze Rückenlängen verringern erheblich die Spannungen gegen Erde. Die Wirkung der Kastenwandung wird nur hinsichtlich ihres kapazitiven Einflusses untersucht, der eine steilere Anfangsverteilung bedingt; ihr magnetischer Einfluß, der sich bei isoliertem Sternpunkt in einer Verlangsamung der Schwingungen und damit auch in einer Herabsetzung der Amplituden äußert, wird außer Betracht gelassen. Zur Frage der stärker isolierten Eingangswindungen wird festgestellt, daß an dem Übergang zur normal isolierten Wicklung hochfrequente Schwingungen von großer Amplitude (rd. 45% der Stoßwelle) auftreten, die sich auch in den normal isolierten Teil hinein fortsetzen. Die übrigen Versuchsreihen sind angesichts der Fülle der wählbaren Versuchsbedingungen nur allgemeiner behandelt und besonderen Berichten vorbehalten. — Die Stoßprüfung von Transformatoren wird als Typenprüfung, und zwar nur an einem Schenkel, empfohlen. Sie soll mit beiden Polaritäten vorgenommen werden, wobei der Stoß auf den Scheitel der gegenpoligen 50periodigen Halbwelle synchronisiert wird. Bei abgehobenem Deckel werden aufsteigende Blasen beobachtet und die Geräusche unter Öl mit einem Mikrophon aus Isolierstoff abgehört. Zwei Oszillographen sind nötig zur Überwachung der Stoßform und der Stoß-Synchronisierung. [T. E. Allibone, D. B. McKenzie u. F. R Perry, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 117; 60 S.] *Ff.*

Geräte und Stromrichter.

531. 787. 9 : 621. 316. 57. 064. 25 **Die Messung des Druckverlaufs in Löschkammern ölarmer Schalter bei Kurzschlußschaltungen.** — Die Verfasser wählten für die oszillographische Aufzeichnung der Druckkurve bei Kurzschlußversuchen das piezoelektrische Meßverfahren, da dieses alle Feinheiten der Druckkurve bei beliebigem Meßbereich und fast voll-



1 Isolierrohr *2* Abschirmzylinder *3* Meßkabel *4* Erdleitung

Abb. 1. Anbau der Meßdose an die Löschkammer.

Digitized by Google

kommener Frequenzunabhängigkeit wiedergibt. Anfänglich traten jedoch bei Verwendung der handelsüblichen Meßeinrichtung Störungen auf, welche besonders in den starken elektromagnetischen Feldern des Kurzschlußstromes und der Spannung zu suchen waren. So wurden bei Einleitung und Beendigung eines Kurzschlusses Unterdrücke vorgetäuscht. Durch die mechanische Erschütterung des die Meßdose mit dem Röhrenvoltmeter verbindenden Kabels, welches der hochwertigen Isolation wegen Bernsteinperlen enthielt, wurde Reibungselektrizität erzeugt, welche positive Ausschläge hervorrief. Eine weitere Störung brachte die mit dem Kurzschlußstrom sinusförmig verlaufende Nullinie der Druckkurven. Durch Anwendung eines Sonderkabels zwischen Meßdose und Röhrenvoltmeter sowie richtiger Abschirmung aller Teile und Leitungen wurde der Einfluß der Störungen beseitigt. Eine entsprechend ausgebildete Verstärkerschaltung erhöht den Meßschleifenstrom bis auf 25 mA, so daß hochempfindliche Meßschleifen (früher 4 mA) nicht mehr erforderlich sind. Außerdem hat die Anwendung des Schleifenoszillographen den Vorteil, daß die Druckkurve gleichzeitig mit den Strom- und Spannungskurven auf ein und denselben Film- bzw. Papierstreifen aufgezeichnet wird. Abb. 1 zeigt den Anbau der piezoelektrischen Meßdose an die Löschkammer eines ölarmen Strömungsschalters. [F. Graul u. C. Möckel, Sachsenwerk-Mitt. H. 1 (1937) S. 7; 4½ S., 11 Abb.] *eb.*

621. 314. 22. 08 : 621. 318. 014. 7 Störungen beim Betrieb von Erdschlußrelais im Anschluß an Meßwandler. — Werden hochempfindliche Erdschlußrelais in Drehstromnetzen an Strom- und Spannungswandler angeschlossen, so können Fehlauslösungen durch Ungleichheiten in den Wandlerfehlern eintreten. Die Wandler müssen daher gleichartige und längs des Arbeitsbereiches möglichst konstante Fehler aufweisen. Zur raschen Ermittlung der fehlerhaften Relaisströme werden geeignete Diagramme und Formeln mitgeteilt.

Die oszillographische Untersuchung von Schutzschaltungen aus Meßwandlern und Erdschlußrelais läßt zusätzlich zu diesen Fehler-Relaisströmen das Vorhandensein starker Oberwellen dreifacher Frequenz in den Strom- und Spannungspfaden des Relais erkennen. Die Oberwellen können derartig hoch sein, daß sie die Grundwellen völlig verdecken. Es wird gezeigt, wie die Oberwellen bei zunehmendem Erdschluß einer Phase zurücktreten, so daß sie im Störungsfall das Arbeiten des Relais nicht beeinträchtigen. Im ungestörten Betrieb kann allerdings eine Fehlauslösung des Relais allein durch die Oberwellen im Strom- und Spannungspfad erfolgen. In solchem Fall ist es mit einfachen Mitteln möglich, die Oberwellen dreifacher Frequenz an den Spannungswandlern zu unterdrücken, sofern sie nicht schon durch die Ladeströme angeschlossener Netze zum Verschwinden gebracht worden sind. [W. Reiche, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 9, S. 618; 7 S., 7 Abb.]

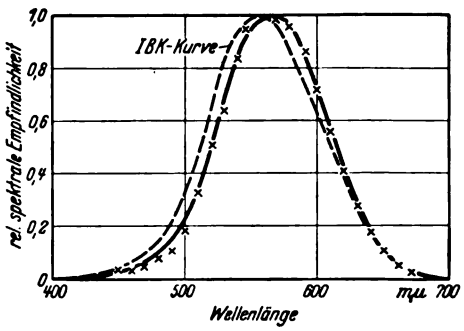
621. 318. 423 : 621. 314. 6. 018. 3 Induktivitäten in Gleichrichterschaltungen. — Um einen Überblick über verschiedene Möglichkeiten der Anwendung von Glättungsdrosseln zu gewinnen, geht K. Strobl zunächst von der einfachsten Einwegschaltung aus. Es ist nur dadurch möglich, in einer solchen Reihenschaltung von Wirkwiderstand und Drossel, die über ein Ventil von einer Wechselspannung gespeist wird, einen lückenlosen Stromfluß zu erreichen, daß Widerstand und Drossel durch ein zweites Ventil überbrückt werden, über das sich während der Sperrzeit des ersten Ventiles die magnetische Energie der Drossel entladen kann, doch ist die Welligkeit des Stromes im Wirkwiderstand noch verhältnismäßig groß. Durch Vereinigung zweier derartiger Schaltungen kann im gemeinsamen Wirkwiderstand die erste Harmonische des Wechselstromgliedes ausgelöscht werden; die beiden Drosseln können magnetisch gekoppelt werden, und die restliche kleine Welligkeit ist dann von der Kopplung abhängig. Ein Grenzfall dieser Anordnung ist die Transformator-Sternpunktschaltung. Die Zusammenhänge des Feldaufbaues in den Drosseln mit ihrer glättenden Wirkung werden besprochen, die Schaltung bietet Vorteile, wenn der Zweck in der Erzeugung eines konstanten Magnetfeldes liegt. Für diesen Fall wird die Ausnutzung von Kupfer und Eisen untersucht und über Versuchsergebnisse berichtet, die die Rechnung weitgehend bestätigen. — Die Arbeit enthält nicht nur die mathematische Behandlung der Schaltungen, sondern versucht auch ein möglichst klares Bild über die physikalischen, besonders die energetischen Verhältnisse und den Feldaufbau und -verlauf in den einzelnen Eisenkreisen zu geben. [K. Strobl, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 9, S. 594; 15 S., 20 Abb.]

Meßgeräte und Meßverfahren.

535. 242. 62 Flimmer-Photometer. — Das bis heute am meisten gebrauchte subjektive Gerät für heterochrome Messungen ist das Flimmerphotometer. Seine Wirkungsweise beruht auf der endlichen Zeit, die das Auge vom Einwirken eines Reizes bis zu dessen Wahrnehmung braucht. Diese Wahrnehmungsgeschwindigkeit ist abhängig vom Kontrast der zu beobachtenden Felder und von der Adaptionsleuchtdichte. Werden also zwei eng aneinander grenzende Flächen jede von einer der beiden zu vergleichenden Lichtquellen gleichzeitig und abwechselnd beleuchtet, so erhält das beobachtende Auge bei sehr langsamem Wechsel den Eindruck zweier im selben Rhythmus ihre Farbe und ihren Ort wechselnder Bilder. Bei sehr hohen Frequenzen sieht das Auge nur ein ruhendes Bild in einer aus den beiden Einzelfarben sich ergebenden Mischfarbe. Zwischen beiden Frequenzen liegt ein breiteres Gebiet, in dem die Farbmischung für das Auge schon eingetreten ist, in dem aber durch die umwechselnde und verschieden starke Beleuchtung der Flächen ein Flimmern wahrgenommen wird. Die günstigste Flimmerfrequenz ist eine von den Beobachtungsbedingungen abhängige Größe. Kennzeichnend für gleiche Beleuchtungsstärke auf beiden Seiten des Photometerschirmes ist nun, daß das Flimmern auf einen Kleinstwert zurückgeht bzw. verschwindet. Das Verfahren ist also wie alle subjektiven photometrischen ein Nullverfahren. Die nach diesen Erkenntnissen entwickelten Flimmer-Photometer von Krüss, Bechstein und Guild werden beschrieben und Regeln für einwandfreies Photometrieren und die dabei erreichbare Genauigkeit angegeben. [R. Sewig, Arch. techn. Mess. Lfg. 70 (1937) T 48; 2 S., 4 Abb.] *Kne.*

Lichttechnik.

535. 7 : 535. 24 Die spektrale Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges. — Die Nachprüfung der von der Internationalen Beleuchtungskommission (IBK) 1924 festgelegten spektralen Empfindlichkeitskurve des helladaptierten menschlichen Auges steht in der Photometrie z. Z. im Vorder-



——— IBK-Kurve ——— nach Arndt und Dresler
×××× nach Fedorov

Abb. 2. Spektrale Hellempfindlichkeit des menschlichen Auges.

grund des Interesses. In letzter Zeit hat sich, insbesondere auf Grund der Arbeiten von A. Kohlrausch, herausgestellt, daß zwei s. Z. von Ives aufgestellte Behauptungen nicht zutreffen, wonach 1. die Messung verschiedenfarbiger Lichter nach dem Flimmer- und nach dem Gleichheitsverfahren unter physiologisch sonst gleichen Beobachtungsbedingungen gleiche Ergebnisse liefern und 2. bei einem Gesichtsfeld von 2° bis 3° und einer Gesichtsfeldleuchtdichte über 10 asb reines Zapfensehen gewährleistet sein sollte. Die der IBK-Kurve zugrundeliegenden Ergebnisse sind aber mit den beiden erwähnten photometrischen Verfahren und unter den genannten Beobachtungsbedingungen gewonnen worden. Die zuerst von Arndt[1]) und von Fedorov[2]) geltend gemachten Zweifel an der Richtigkeit der IBK-Kurve sind jetzt durch Untersuchungen von A. Dresler aufs neue bestätigt worden.

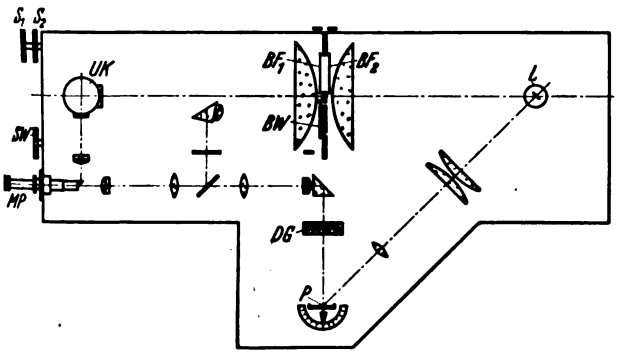
Dresler wiederholte die Arndtschen Versuche, jedoch bei anderen Wellenlängen, und fand mit 34 farbtüchtigen Beobachtern für das Verhältnis der Augenempfindlichkeit bei den Wellenlängen 589 mμ gegenüber 546 mμ für eine Gesichtsfeldleuchtdichte von 10 asb bei Gesichtsfeldgrößen von 1°

[1]) ETZ 57 (1936) S. 589.
[2]) ETZ 58 (1937) H. 2, S. 44.

Digitized by Google

10′ und 7° den Wert von 0,94 bzw. 0,99 an Stelle des IBK-Wertes von 0,781. Hierdurch wird die von Arndt gefundene Verschiebung der Augenempfindlichkeitskurve bestätigt. Zur weiteren Nachprüfung dieses Befundes wurde von vier verschiedenfarbigen Schottfiltern mit bekannter spektraler Durchlässigkeit die Gesamtdurchlässigkeit für Licht der Farbtemperatur 2390° K mit dem Flimmerphotometer unter den oben genannten Bedingungen bestimmt und diese Werte den aus der spektralen Durchlässigkeit und der IBK-Kurve errechneten gegenübergestellt. Abb. 2 zeigt die von Dresler neu bestimmte Kurve, worin die von Fedorov gefundenen Werte eingetragen sind. Die Übereinstimmung ist sehr gut. Nachprüfung des Empfindlichkeitsverhältnisses 589/546 bei direkter heterochromer Messung mit dem Gleichheitsphotometer (9 Beobachter) ergab eine noch größere Abweichung gegenüber dem IBK-Wert, nämlich 1,01 bei großem und 1,07 bei kleinem Gesichtsfeld. Die direkte heterochrome Bestimmung der Durchlässigkeit bei den vier Filtern ergab, daß bei beiden Feldgrößen heterochrom eine größere Durchlässigkeit als flimmerphotometrisch erhalten wird. Die Abweichungen sind im Gelb am kleinsten und wachsen nach Blau und Rot hin an. Die Unterschiede zwischen den heterochrom bestimmten und den aus der IBK-Kurve errechneten Durchlässigkeiten liegen in der gleichen Richtung. Eine Kurve des spektralen Verlaufs der Augenempfindlichkeit, die beide Ergebnisse in Übereinstimmung brachte, ließ sich hier jedoch nicht finden. Demnach ergibt sich, daß der direkte heterochrome Vergleich, worauf schon von Kohlrausch hingewiesen wurde, im Prinzip auch dann abzulehnen ist, wenn er wie z. B. beim Vergleich verschieden stark belasteter Glühlampen, anscheinend noch keine Schwierigkeiten macht. Entweder ist also das Flimmer- oder das Filterverfahren anzuwenden, deren bisher stets bestätigte Abweichungen voneinander ihre Erklärung in der Unrichtigkeit der IBK-Kurve finden dürften. [A. Dresler, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. am 15. 4. 1937.] *Frh.*

535. 241. 33 **Ein verbessertes Farbmeßgerät.** — M. Richter hat eine neue Form eines Dreifarben-Meßgeräts mitgeteilt, das gegenüber den bisher bekannten Kolorimetern (z. B. dem trichromatischen Kolorimeter von Guild) eine erheblich einfachere und fehlerfreiere Einstellung gestattet.



L	Lichtquelle	S_1, S_2, *SW*	Stellschrauben für Blendenschieber
BF_1, BF_2	Blendenschieber für Farbfilter	*MP*	Martens-Photometer
BW	Blendenschieber für Weißfilter	*P*	Prüfling
UK	Ulbrichtsche Kugel	*DG*	Davis-Gibson-Filter

Abb. 3. Dreifarben-Meßgerät nach M. Richter.

Während bei den bisher bekannten Dreifarben-Meßgeräten der zu messende Farbeindruck durch optische Mischung aus drei bekannten festliegenden „Eichreizen" (Rot, Grün und Blau) nachgeahmt wird (vgl. DIN-Normblatt 5033[1]), erfolgt in dem Richterschen Gerät die Farbmischung mittelst zweier Eichfarben, die von Fall zu Fall geeignet gewählt werden, und zwar so, daß der zu messende Farbton zwischen ihnen liegt. Als dritter Eichreiz kann Weiß zugemischt werden. Dieses Verfahren ist u. a. auch deshalb genauer, weil die spektrale Energieverteilung der Prüflingsfarbe und der Eich-Mischfarbe nicht mehr so wesentlich voneinander verschieden ist wie bei der Mischung aus drei festen Eichreizfarben und sich daher Unterschiede des Farbensinns der Beobachter nicht so stark auswirken können. Abb. 3 zeigt den Aufbau des Geräts, in das gleich auch die zur Herstellung der „Normalbeleuchtungen" nach DIN 5033 erforderliche Optik mit eingebaut ist. Der Leuchtkörper der auf eine Farbtemperatur von 2848° K eingestellten Projektions-Glühlampe *L* wird in die kleine Ulbrichtsche Kugel *UK* abgebildet. Zwischen den Kondensorlinsen sind die Filtergläser BF_1 und BF_2 eingesetzt, deren Flächen durch davor sitzende verstellbare Blendenschieber so freigegeben werden können, daß der durchtretende Lichtstrom mit dem Quadrat der Blendenverstellung zunimmt. (Diese Blendenteilung trägt dem Verlauf der Unterschiedsempfindlichkeit des Auges besser Rechnung als eine lineare Teilung). In der Kugel *UK* entsteht die den Anteilen der beiden Filterblenden BF_1 und BF_2 genau entsprechende Mischfarbe, der durch Öffnen der dritten, mit einem Weißfilter versehenen Blendenöffnung *BW* Weiß zugemischt werden kann. Der zu untersuchende Prüfling *P* wird unter einem Winkel von 45° gleichfalls durch *L* beleuchtet, das zur Herstellung der Normalbeleuchtung B oder C erforderliche Davis-Gibson-Flüssigkeitsfilter ist bei *DG* angeordnet. Das vom Prüfling zurückgestrahlte Licht fällt nach einer 90°-Ablenkung durch ein Reflexionsprisma in das Martens-Photometer *MP* (Polarisationsphotometer), in dessen anderer Gesichtsfeldhälfte eine indirekt bestrahlte Stelle der Kugel *UK* sichtbar wird. Die Messung erfolgt in der Weise, daß durch Drehen der Stellschrauben S_1, S_2 und *SW*, die zugehörigen Blendenschieber betätigt und dadurch die der Prüflingsfarbe entsprechende Farbmischung in der Kugel *UK* erzeugt wird, während die zur Beurteilung der Farbgleichheit notwendige Einstellung auf gleiche Helligkeit beider Gesichtsfeldhälften mit dem Photometer *MP* vorgenommen wird. Die Weißzumischung kann statt zum Vergleichslicht auch durch eine besondere Blendenanordnung zu dem zu messenden Licht vorgenommen werden, wobei das von *BW* kommende Licht also nicht in die Kugel *UK* gelangt, sondern über ein Reflexionsprisma und eine schräg gestellte Klarglasplatte dem vom Prüfling kommenden Strahlengang zugemischt wird. Das Gerät ist auch zur Farbbestimmung von Lichtquellen geeignet, wobei deren Licht dann an Stelle des von *P* kommenden zur Beobachtung gelangt. [M. Richter, Vortrag Dtsch. Lichttechn. Ges. am 15. 4. 1937.] *Frh.*

[1]) ETZ 57 (1936) S. 531.

Elektrowärme.

621. 365. 63 : . 45 **Elektrowärmegeräte mit Wirbelstrom-Widerstandsheizung.** — Die Wirbelstromheizung für Temperaturen bis etwa 400° C (Bügeleisen, Kochplatten, Zinnschmelztiegel und Raumheizkörper) bietet verschiedene Vorteile. Der Aufbau der Geräte ist verhältnismäßig einfach. Für die Erregerspule werden asbestisolierte und oxydierte Leiter benutzt, die mit 20 bis 50 A/mm² belastet werden können. Durch geschickte Formgebung und Anordnung kann die Spule derart eingebaut werden, daß außer der durch Wirbelstrom erzeugten Wärme die im Widerstand der Spule erzeugte Wärme in unmittelbarer Nähe des als Wärmequelle ausgebildeten Teiles des Gerätes zur Wirkung kommt. Somit entsteht eine Wirbelstrom-Widerstandsheizung. Durch geeignete Wahl des Widerstandes der Spule und der Permeabilität der Heizplatte wird selbsttätige Temperaturregelung erreicht. Die Leistungsaufnahme ist in beiden Fällen bei konstanter Spannung im kalten Zustande höher. Der Widerstand der Erregerspule aus Kupferdraht ist bei 250° C Übertemperatur etwa 100% höher und der Widerstand der Grundplatte bei der gleichen Übertemperatur etwa 120% höher als im kalten Zustande. Dies bedingt eine um die Hälfte geringere Leistungsaufnahme. Durch den geringen Widerstand im kalten Zustand kann die Anheizzeit bei entsprechender Wahl der Heizkörper sehr kurz gehalten werden. Der cos φ ist bei Wirbelstrom-Widerstandsheizung von dem prozentualen Anteil der Widerstandsheizung und von der Belastung abhängig (Abb. 4). Der auftretende Brummton läßt sich so weit herabsetzen, daß das Geräusch fast nicht mehr zu bemerken ist. Einige nach diesen Grundsätzen gebaute Geräte arbeiten seit 3 Jahren einwandfrei. [J. Causemann, Elektrowärme 7 (1937) S. 75; 4 S., 10 Abb.] *Kps.*

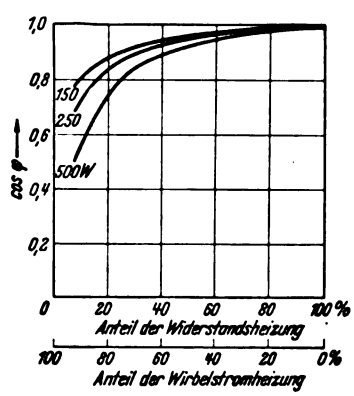


Abb. 4. Der Leistungsfaktor einer Wirbelstrom-Widerstandsheizung.

Digitized by Google

621. 365. 2. 003. 1 : 669. 14 **Der elektrische Lichtbogenofen in der Stahlgießerei.** — Da der Betrieb mit dem Lichtbogenofen in der Stahlgießerei sich teuer auswirken kann, wenn man von kaltem Einsatz ausgeht, bedient man sich oft der Verbundverfahren. So geht eine Stahlgießerei in dem Sinne vor, daß sie einen Teil des Einsatzes in einem gewöhnlichen Kupolofen niederschmilzt und flüssig in den 4 t-Héroult-Ofen zum anderen Teil des Einsatzes, der hier kalt aufgegeben und niedergeschmolzen wird, einbringt. Als bestes Verhältnis wurde in diesem Falle gefunden: 70 % kalter Schrott im Lichtbogenofen geschmolzen und 30 % flüssiges Kupolofeneisen, beide im Lichtbogenofen gemischt und gefeint. Die Fertigmachung einer Schmelze von 4 t im Lichtbogenofen allein erforderte insgesamt (für die Beschickung, die Schmelzung, die Feinung, die Zwischenzeit zwischen Gießen und der nächsten Beschickung) 5 Std. 10 min, beim Verbundverfahren 4 Std. Die Zeitersparnis wirkt sich in der Weise aus, daß in 24 Std. die Stahlerzeugung um 20% erhöht wurde. In wirtschaftlicher Hinsicht ergaben sich folgende Werte:

	Arbeitsverbrauch	
	beim Lichtbogenofen allein	beim Verbundverfahren
	kWh	kWh
für die Schmelzung	2300	1200
für die Feinung und Desoxydation .	925	925
insgesamt . . .	3225	2125
also je t Stahl	800	530

Der Arbeitsverbrauch ist demnach beim Verbundverfahren (Kupolofen — Lichtbogenofen) um 270 kWh/t niedriger als beim Arbeiten mit dem Lichtbogenofen allein.

Eine weitere Anwendung des Verbundverfahrens stellt das Zusammenarbeiten von Kupolofen-Konverter-Lichtbogenofen dar. In einem Falle steht z. B. ein Kleinkonverter mit seitlicher Windzuführung von 1,5 t Inhalt und mit basischer Auskleidung zur Verfügung, der mit billigem Thomas-Roheisen betrieben wird. Der Héroult-Lichtbogenofen hat einen Inhalt von 3 t. Im Kupolofen wird das Thomas-Roheisen niedergeschmolzen und mit 3,60% C, 0,35% Si, 1,50% Mn, 1,90% P und 0,070% S in den Konverter eingebracht. Der hier erblasene Stahl mit 0,05% C, 0,12% Mn, 0,035% P und 0,045% S wird dann in den Lichtbogenofen eingeführt und hier gefeint. Bei Anwendung des Lichtbogenofens allein dauert die vollständige Schmelzung 4 Std. 35 min, beim genannten Verbundverfahren nur 1 Std. 45 min, so daß in 9 Std. 15 t Stahl an Stelle von 6 t erzeugt werden können. Der Arbeitsverbrauch beim Lichtbogenofen allein beträgt insgesamt 2415 kWh oder 800 kWh/t, beim Verbundverfahren insgesamt nur 745 kWh oder 250 kWh/t, also 550 kWh/t weniger. In Anrechnung zu bringen sind noch allerdings die Kosten für den Kupolofen- und den Konverterbetrieb. [A. Clergeot, Techn. mod. 29 (1937) H. 13, S. 475; 4¾ S., 1 Abb.] *Kp.*

Fernmeldetechnik.

621. 395 : 614. 84 **Feuermelde- und Alarmanlage in Basel.** — Zur Herstellung der Feuermelde- und Alarmanlagen wurde bisher allgemein ein besonderes Leitungsnetz benutzt, das entweder als Strahlen- oder als Ringleitung mit Ruhestromkontrolle ausgebildet ist. Die einzelnen Melder arbeiten über einen Morseapparat mit besonderen Kennzeichen, aus denen ihr Standort zu ermitteln ist. Mit der Ausdehnung der Städte wurden die Kosten für die Erstellung des erforderlichen Leitungsnetzes immer höher. Man kam auf den Gedanken, das vorhandene Fernsprechnetz für Feuermelde- und Alarmzwecke zu benutzen. Die Entwicklung ist in Basel nun so weit gediehen, daß an jeden bestehenden Fernsprechanschluß ein kombinierter Feuer- und Polizeimelder angeschlossen werden kann. Das neue System arbeitet im Gegensatz zu dem alten ohne besondere Zeichengabe der Melder; sie zeigen alle die gleiche Ausführung, wodurch eine einheitliche Herstellung und leichter Austausch möglich sind. Die Kennzeichnung des Melders erfolgt im Fernsprechamt durch die vorhandene Ausrüstung. Die Anlage ist so ausgeführt, daß der Fernsprechanschluß nicht beeinträchtigt ist. Die Anschalte- und Unterscheidungskriterien werden über die a/b-Leitung — also ohne Erde — symmetrisch gegeben. Es können Feuer-, Polizei- und Kontrollmeldungen abgegeben werden, erstere von der Öffentlichkeit, letztere nur von einem Beamten nach Öffnen der Meldetür mit einem Schlüssel; hierbei ist auch eine telephonische Verständigung mit der Wache möglich. Alle Hauptgeräte und die gesamte Störungssignalisierung befinden sich im Fernsprechamt, ebenso alle Überwachungseinrichtungen für die Leitungen vom Melder zum Amt und für die Verbindungsleitungen vom Amt zu den Wachen. Bei der Feuerwehr und der Polizei findet die optische Signalisierung der Meldenummern und deren Aufzeichnung mit Zeitangabe statt. Die Durchgabe einer Meldung ist auch möglich, wenn die Anschlußleitung durch ein Gespräch belegt ist. In diesem Falle wird das Gespräch für die Dauer der Meldung unterbrochen. Die Meldeeinrichtung wird in Reihe in die Fernsprechteilnehmerleitung, die im Amt über einen Anschaltestromkreis geführt wird, eingebaut. Nur bei Abgabe einer Meldung wird auf die Meldeeinrichtung umgelegt, wodurch sie von der Amtsausrüstung vollständig unabhängig ist. Bei Betätigung sucht sie sich den Melder und seine Nummer und prüft gleichzeitig, ob es sich um eine Feuer-, Polizei- oder Kontrollmeldung handelt (je nach dem durch den Melder abgegebenen Kriterium) und leitet die Meldung mit der Meldenummer an die Feuer- bzw. Polizeiwache. Bei der Feuerwache ist die Möglichkeit geschaffen, durch einen Tastendruck mit einem „Stummen Alarm" die Mannschaften in den Wohnungen bei einer Feuermeldung zu erreichen, die sich wiederum durch Aufleuchten der Tableaufelder in der Wache bemerkbar machen, daß sie den Alarm erhalten haben. Bisher wurden 50 öffentliche und 50 private Meldestationen seit Juli 1936 in Betrieb genommen, die zur vollen Zufriedenheit arbeiten. Das Netz ist ausbaufähig auf 10 Gruppen zu je 50 Apparaturen, d. h. 500 Meldern. [E. Frey, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.-Teleph.-Verw. 15 (1937) S. 41; 11 S., 21 Abb.] *Bnk.*

621. 395. 8. 08 **Ein neues Sprechstellenprüfgerät.** — Mit Rücksicht auf die Bedeutung, die die elektroakustische Umsetzung der Sprechstellenapparate für eine einwandfreie Verständigung besitzt, war man schon lange Zeit bemüht, dem Betrieb hierfür eine möglichst einfache und doch sichere Prüfmöglichkeit zu geben. Das neue Gerät gestattet, den Wirkungsgrad der Sende- und Empfangsseite der Fernsprechapparate durch objektive Messungen der Sende- und Empfangs-Bezugsdämpfung nachzuprüfen. Bezugsdämpfung ist die durch einen subjektiven Lautstärkevergleich festgestellte Dämpfung gegenüber einem zwischenstaatlich vereinbarten Normalsender und -empfänger (Ureichkreis in Paris). Es ist dies übrigens das erste Gerät, das eine objektive Nachprüfung der Bezugsdämpfungen der Fernsprechapparate beim Teilnehmer ermöglicht. Die Schwierigkeiten, die einer solchen Nachprüfung bisher entgegenstanden, lagen besonders in der Schaffung eines künstlichen Mundes. Die für diese Aufgabe entwickelte Schallquelle[1]) besteht aus einem Leichtmetallgehäuse (Abb. 5) mit einer größeren Anzahl Stahlkugeln und einer senkrecht angeordneten Glimmermembran. Die Kugeln fallen nach Öffnen eines Ventils aus einer oberen Kammer auf eine unter 45° geneigte Stahlplatte, springen von dieser gegen die Membran und sammeln sich dann in einer unteren Kammer. Sind alle Kugeln durchgefallen, so läßt man sie durch Umdrehen der Schallquelle auf einem anderen Wege in die obere Kammer zurücklaufen, wonach die Schallquelle wieder betriebsbereit ist. Das von der Glimmermembran auf diese Weise abgegebene Geräusch stellt einen für die Messungen ausreichenden Ersatz der menschlichen Sprache dar. Bei der Messung der Sendebezugsdämpfung wird das Mikrophon des Fernsprechapparates mit der Schallquelle betönt. Die dabei vom Fernsprechapparat abgegebene Wechselspannung wird von einem unmittelbar in Sendebezugsdämpfungswerten geeichten Gerät angezeigt. Zur Messung der Empfangsbezugsdämpfung betönt die Schallquelle erst ein sogenanntes Summermikrophon, dessen Wechselspannung den Fernhörer des zu prüfenden Apparates erregt. Der Fernhörer ist vor einem als künstliches Ohr ausgebildetem Mikrophon angebracht, dessen Wechselspannung dann von dem Gerät auf der Empfangsbezugsdämpfungsskala angezeigt wird.

Abb. 5. Ansicht der Schallquelle.

Mit Hilfe eines im Amt aufgestellten Normalgenerators kann mit dem Gerät auch noch die Betriebsdämpfung der Anschlußleitung gemessen werden. Das Gerät ist mit all seinem

[1]) H. Panzerbieter, ETZ 58 (1937) H. 28, S. 766.

Digitized by Google

Zubehör in einem tragbaren Koffer untergebracht und kann so ohne Schwierigkeiten zum Teilnehmer mitgenommen werden. [H. Domsch u. O. Böhm, Telegr.-, Fernspr.- u. Funk-Techn. 26 (1937) S. 49; 4 S., 9 Abb.] *Jst.*

621. 395. 73. 013. 7 **Zwischenstaatliche Beratungen im Jahr 1936 über Fragen des Schutzes von Fernmeldeanlagen gegen Beeinflussungen durch Starkstrom.** — Der Schutz von Fernmeldeleitungen gegen Beeinflussungen durch Starkstrom ist im Jahr 1936 auf den Tagungen der beiden zwischenstaatlichen Ausschüsse für den Fernmeldebetrieb [C C I F[1]) und C C I T[2])], auf der Tagung des zwischenstaatlichen gemischten Ausschusses für Versuche über den Schutz der Fernmeldeleitungen und der unterirdischen Rohranlagen gegen Starkstrom [C M I[3])] und auf der Weltkraftkonferenz behandelt worden. Vom C C I F wurde besonders die Frage erörtert, welcher Betrag an Geräusch-EMK auf einer Sprechverbindung für den Fernverkehr zugelassen werden kann, ohne daß die Güte der Sprachübertragung darunter leidet. Sowohl aus den bisher vorliegenden Meßergebnissen der Verwaltungen als auch aus Beobachtungen, die von den an der Tagung teilnehmenden Vertretern des Starkstroms selbst gemacht wurden, konnte der Schluß gezogen werden, daß die gegenwärtig zulässigen Werte (5 mV Geräusch-EMK auf oberirdischen Fernsprechleitungen und 2 mV Geräusch-EMK auf Fernkabelleitungen) herabgesetzt werden müssen. Die in Fernmeldeleitungen auftretenden Geräuschspannungen werden in der Hauptsache durch Oberschwingungen und Unregelmäßigkeiten in der Spannungskurve (Störspannungen) benachbarter Starkstromanlagen verursacht. Der Begriff der „äquivalenten Störspannung" wurde neu festgelegt. Ein Maß für die Störfähigkeit ist der „Fernsprechformfaktor der Spannung einer Starkstromanlage"; er ist das Verhältnis der äquivalenten Störspannung zu der Betriebsspannung der betreffenden Starkstromanlage. Weiter wurde die Notwendigkeit anerkannt, für die Fernsprechformfaktoren der Spannung Höchstwerte festzusetzen.

Für die Berechnung der Gegeninduktivität zwischen zwei geerdeten Leitern ist es wichtig, den richtigen Wert für die scheinbare Leitfähigkeit des Erdbodens zu kennen. Bei Neufassung der Leitsätze zum Schutz der Fernsprechleitungen gegen Starkstrom sollen daher Kurven über die Leitfähigkeit des Erdbodens bei gegebener Frequenz und bestimmter Erdbodenschichtung aufgestellt werden. Um den Störungen des Fernsprechbetriebs durch Starkstrom von der Fernmeldeseite aus zu begegnen, ist eine möglichst weitgehende erdsymmetrische Gestaltung der Fernsprechleitungen anzustreben. Völlige Erdsymmetrie kann praktisch nicht erreicht werden. Eine Berechnung der Geräusch-EMK in Abhängigkeit von der verteilten Erdunsymmetrie einer Leitung ist kaum durchführbar. Es wurde daher der Begriff des „Empfindlichkeitsbeiwertes" geschaffen, der das Verhältnis zwischen der Geräusch-EMK des Fernsprechstromkreises und der ohrgewichtsbewerteten Längs-EMK (Leitung gegen Erde) darstellt und der durch Messungen statistisch zu erfassen ist. Diese Messungen sollen weitergeführt werden.

Die in Deutschland übliche Erdung des Sternpunktes von Drehstromnetzen mittels Löschspulen (Petersenspulen) hat sich zugleich als geeignetes Mittel ergeben, um im Gefolge von einphasigen Erdschlüssen sonst leicht auftretenden Doppelerdschlüssen und damit gefährlichen Induktionswirkungen (Knallgeräuschen) zu begegnen. An Kreuzungsstellen zwischen Höchstspannungsleitungen und Fernsprechleitungen sind die Störwirkungen der Starkstromanlagen nicht immer vernachlässigbar klein. Daher wurde beschlossen, diesen Einfluß bei Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen von 150 kV an aufwärts künftig in den Leitsätzen zum Schutz der Fernmeldeleitungen gegen Starkstrom zu berücksichtigen.

Ein besonderer Sachverständigenausschuß wurde damit beauftragt, für die im Jahr 1930 vom C C I F herausgegebenen Leitsätze zum Schutz der Fernmeldeleitungen gegen Starkstrom eine Neufassung auszuarbeiten. Auf der C M I-Tagung wurden auch Maßnahmen zum Schutz der Kabel und Rohrleitungen gegen Freßschäden eingehend erörtert. In Deutschland ist die Zahl dieser Schadenfälle offenbar geringer als im Ausland. Das wird darauf zurückzuführen sein, daß bereits von Anfang an eine verständnisvolle Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten innerhalb des VDE besteht. Die C M I hat einen Fragebogen für die Erfassung der Freßschäden herausgegeben und einen Studienausschuß damit beauftragt, jeden Schadenfall genau auszuwerten. Als wichtigste Maßnahme zur Verhinderung von Freßschäden wurde die regelmäßige Nachprüfung der Schienenanlagen der Straßenbahnen empfohlen. Zur Feststellung des Verlaufs von Irrströmen im Erdreich wurde ein neues Meßverfahren, das von Schlumberger und Gibrat angegeben ist, erörtert. Über die Vorgänge bei elektrolytischer Korrosion wurden recht belangreiche Mitteilungen gemacht. Die elektrische Dränage und die Anwendung von Isoliermuffen sind in verschiedenen Beiträgen behandelt worden. Diese beiden Arten von Schutzmaßnahmen verbürgen aber nur bei richtiger Anwendung Erfolg.

Um mit dem internationalen Straßenbahnverband zu einer Einigung zu gelangen, wurde vereinbart, daß die an den Zustand des Schienennetzes zur Verminderung von Freßschäden zu stellenden Bedingungen wahlweise folgende sein sollten. Entweder darf der mittlere Potentialunterschied zwischen zwei beliebigen Schienenpunkten eines Straßenbahnnetzes einen Höchstwert von 2,5 V nicht übersteigen, oder es darf in Stadtgebieten, wo der Strom aus den Kabeln austritt, der mittlere Potentialunterschied zwischen Schiene und Erde nicht größer als 0,8 V werden, wenn die Schienen unmittelbar in der Erde liegen. Um den Entwurf der zwischenstaatlichen Richtlinien zum Schutz gegen Kabelfreßschäden zum Abschluß zu bringen, wurde auch hierfür ein besonderer Ausschuß gebildet. [P. Jäger, Europ. Fernsprechdienst 45 (1937) S. 29; 6 S., 0 Abb.] *Khe.*

[1]) Comité Consultatif International Téléphonique.
[2]) Comité Consultatif International Télégraphique.
[3]) Commission Mixte Internationale pour les expériences relatives à la protection des lignes de télécommunication et des canalisations souterraines.

Physik.

53 **Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1936.** — Im Berichtsjahr wurden das Laboratorium für Feinmechanik, das Laboratorium für Hochfrequenz und die γ-Voltanlage des Röntgenlaboratoriums fertiggestellt. Die Bauarbeiten zur Aufstockung des Starkstromgebäudes wurden begonnen und die elektrischen Einrichtungen der neuen Laboratorien vorbereitet. Um der wachsenden Bedeutung Rechnung zu tragen, die das Gebiet der Zahnradmessung und Zahnradtolerierung für den Automobil- und Werkzeugmaschinenbau und für die Wehrtechnik erlangt hat, wurde das Laboratorium für Zahnradprüfung neu geschaffen. In der Abteilung 2 (Elektrizität und Magnetismus) wurden die internationalen Vergleichungen von Normalwiderständen und Normalelementen und die Vorarbeiten für die Absolutbestimmungen der elektrischen Einheiten fortgesetzt. Als Werkstoff für Präzisionswiderstände wurden Gold-Chrom-Legierungen untersucht, deren Temperaturkoeffizient zwischen $-1 \cdot 10^{-6}$ und $+1 \cdot 10^{-6}$ liegt und bei denen die anfänglichen Änderungen der Widerstandswerte nur einige Millionstel betragen und damit erheblich kleiner sind als bei den Manganinwiderständen. 70 Proben des deutschen, für Freileitungen verwendeten Aluminiums ergaben im Mittel für den spezifischen Widerstand bei 20° den spezifischen Widerstand $\sigma = 0{,}02810\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ und die Zerreißfestigkeit $K = 19{,}0\ \text{kg/mm}^2$. Zur Prüfung von Selbstinduktionsspulen wurde die Resonanzbrücke benutzt, mit der Selbstinduktionsänderungen mit Temperatur oder Frequenz von einigen Hunderttausendsteln sicher zu messen sind. Für Kurzwellenmesser wurden durch eine besondere Art der Reihenschaltung zweier Drehkondensatoren Kapazitäten geschaffen, die bei einer Anfangskapazität von 2,5 pF eine Endkapazität von 100 pF besitzen. Mit ihnen wurden Resonanzwellenmesser entwickelt, die bei einer Genauigkeit von einigen Promille und Verwendung nur einer Drahtschleife einen Wellenbereich von z. B. 1,50 bis 6 m umfassen. Die Frequenzteilungsapparatur ermöglicht unmittelbaren Anschluß an die Quarzuhren bis zu etwa $6 \cdot 10^7$ Hz. Durch Gleichrichtung und Aussiebung einer Oberschwingung wurde der Anschlußbereich bis $3 \cdot 10^8$ Hz ausgedehnt. Die Vergleichung von Strommessern bei Frequenzen von mehr als $3 \cdot 10^6$ Hz wird dadurch erschwert, daß bei der notwendigen Reihenschaltung das zu eichende Instrument und das Stromnormal infolge von kapazitiven Nebenschlüssen und Erdschlüssen von verschieden starken Strömen durchflossen werden können. Es wurde daher ein Meßkreis aufgebaut, in welchem Thermoinstrumente und als Stromnormale dienende Wolfram-Einfadenlampen im Frequenzbereich von $3 \cdot 10^6$ Hz bis $4 \cdot 10^7$ Hz mit 1% Genauigkeit bei beliebiger Vertauschung stets dieselben Vergleichswerte ergaben. Bei Messung von Hochfrequenzströmen geringer Stärke stößt die Verwendung eines Pyrometers und geeichter Einfadenlampen wegen mangelnder Helligkeit des Glühfadens auf Schwierigkeiten. Es wurde daher die Eignung von Photozellen an Stelle des Pyrometers untersucht und zwei Photoamperemeter in Kompensationsschaltung ohne und mit Gleichstromverstärkung für Ströme bis zu 100 mA im Frequenzbereich von $3 \cdot 10^5$ Hz bis zu $2{,}1 \cdot 10^7$ Hz

Digitized by Google

entwickelt. Die systematische Untersuchung synchron laufender Frequenzvervielfacher wurde laboratoriumsmäßig beendet. Das Durchschlagen der Grundfrequenz von 1000 Hz konnte dadurch unterdrückt werden, daß nach mehrfacher Siebung die 10000 Hz nur zur Synchronisation eines mit 10 000 Hz schwingenden selbsterregten Senders dienten. Zur Erzeugung sehr kurzer elektrischer Wellen wurden Magnetronsenderöhren im Gebiet von 80 bis 6 cm Wellenlänge mit einer Schwingungsleistung von 60 bis 2 W, entsprechend einem Nutzeffekt von 50 bis 8% gebaut. Zur Prüfung von Höchstspannungswandlern mit kapazitiver Spannungsteilung wurden Ölpapierkondensatoren erprobt. Erhält der eigentliche Meßkondensator noch einen darüber gewickelten Abschirmkondensator, der einpolig unmittelbar an Erde gelegt wird, so beeinträchtigen Gegenstände in mehr als 1 m Entfernung die Ergebnisse nicht mehr nennenswert. Für Spannungswandler wurde eine Abgleichanordnung erprobt, mit der auch bei kleineren Wandlern die erforderliche Meßgenauigkeit erzielt werden kann. Die Anordnung besteht im wesentlichen aus einem Widerstand, einer Induktivität und einer eisengeschlossenen Drosselspule; diese drei Elemente sind Nachbildungen des Widerstandes und der Streuinduktivität der Primärwicklung bzw. der Leerlaufinduktivität des Spannungswandlers. Der Gang des Winkelfehlers wurde auf diese Weise von —0,5 bis 11,0 auf —0,6 bis +0,7 min verringert. Weiter wurde ein Hochspannungsteiler von 100 000 Ω mit Luftkühlung gebaut, dessen Widerstandswerte sich bei 8 kV um weniger als 0,01% ändern. Es wurden Versuche ausgeführt, hohe Gleichspannungen durch den dunklen Vorstrom und hohe Wechselspannungen infolge der gleichrichtenden Wirkung einer Spitze mit empfindlichen Gleichstromgalvanometern zu messen. Dies Verfahren hat sich als brauchbar erwiesen und ist so weit durchgeführt, daß sich darauf ein einfaches Meßgerät für hohe Spannungen aufbauen läßt. Mit einem neuen Drehbeschleunigungsmesser, bei dem die Beschleunigungskraft aus der Kapazitätsänderung eines Plattenkondensators mit kleinem Luftspalt ermittelt wird, konnten die beim Anlauf eines Drehstrommotors auftretenden Ausgleichsdrehmomente gemessen werden. Diese sind exponentiell gedämpft und bestehen aus einem periodischen und einem nichtperiodischen Teil. Die Vorschläge bezüglich einer gemeinsamen Lichteinheit, auf der Strahlung des schwarzen Körpers beruhend, sind fertig ausgearbeitet und haben bereits die Zustimmung der wesentlich beteiligten Staatsinstitute gefunden. [Bericht über die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1936, Phys. Z. 38 (1937) S. 225.] *Br.*

621. 318. 322 : . 323. 2 Hysteresearme Massekernspulen. — Für die Nachrichtenübertragung mit Trägerfrequenzen unter Vielfachausnutzung der Leitungen müssen besonders scharfe Forderungen gestellt werden hinsichtlich der Hysteresearmut der ferromagnetischen Kerne in den Spulen der Siebketten, Schwingkreise, Entzerrer oder in den Belastungsspulen. Vom CCI[1]) und von einzelnen Behörden sind Höchstwerte für die Hysterese der Pupinspulen vorgeschrieben worden, bei deren Einhaltung die Übertragungsgüte noch nicht merklich durch Hysterese beeinträchtigt wird. Diese bekannten Grenzwerte mußten jedoch bei der neuesten Entwicklung des Trägerfrequenz-Fernsprechens noch so weit unterboten werden, daß in vielen Fällen trotz des höheren Raum- und Kupferbedarfs schon hysteresefreie nichtferromagnetische Spulenkerne verwendet wurden[2]). In letzter Zeit sind für solche Zwecke neue Massekerne aus Karbonyleisen entwickelt worden. Ohne Vergrößerung des Rauminhalts der in metallische Abschirmkappen eingeschlossenen Spulen gegenüber den üblichen Pupinspulen mittlerer Größe (≈ 200 cm³) erreicht die Hysterese der neuen Massekernspulen höchstens $^1/_{15}$ der schärfsten Hysteresebedingungen des CCI. Dabei beträgt die Permeabilität z. B. $\mu/\mu_0 = 13$ mit den Verlustbeiwerten $w = 0{,}01$ Ω/H kHz² (Wirbelstromverlust), $h < 1{,}6$ Ω/H A/cm kHz (Hystereseverlust), $n = 0{,}8$ Ω/H kHz (Nachwirkungsverlust). Der Verlustwinkel $R/\omega L$ bleibt z. B. bei etwa 100 kHz unter $1{,}5 \cdot 10^{-3}$, der Klirrfaktor $k = 3/5\, R_h/\omega L$ bei 1 mA Spulenstrom unter $1{,}5 \cdot 10^{-6}$; (R_h Hysteresewiderstand). Da die Remanenz dieser neuen Massekernsorte auch nach starker Magnetisierung höchstens 1% der Sättigungsinduktion erreicht, ist die „Stabilität" gegen vorübergehende Störströme außergewöhnlich gut. [M. Kersten u. H. Hesse, Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 66; 9 S., 3 Abb.] *Ktn.*

[1]) Comité consultativ international des communications téléphoniques á grande distance.

[2]) Zum Beisp. E. C. Hagemann, Bell Labor. Rec. 14 (1936) S. 189.

Verschiedenes.

Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz)[1]) vom 31. August 1937.

Auf Grund des § 13 Abs. 2 des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 13. Dezember 1935 (Reichsgesetzbl. I, S. 1451) wird verordnet:

§ 1.

(1) Elektrische Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte sind ordnungsmäßig, d. h. nach den anerkannten Regeln der Elektrotechnik einzurichten und zu unterhalten.

(2) Als solche Regeln gelten die Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE).

§ 2.

(1) Elektrische Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte in landwirtschaftlichen Betrieben und ländlichen Anwesen müssen nach der Inbetriebnahme laufend in bestimmten Zeitabständen durch einen Sachverständigen auf ihren ordnungsmäßigen Zustand geprüft und erforderlichenfalls innerhalb einer angemessenen Frist instandgesetzt werden. Dies gilt nicht für Einrichtungen der Energieversorgungsunternehmen.

(2) Der Reichswirtschaftsminister setzt die Fristen für die laufenden Prüfungen fest.

(3) Landwirtschaftliche Betriebe sind alle Betriebe, die einer landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft angeschlossen sind mit Ausnahme der Gärtnereien, der Park- und Gartenpflege, sowie der Friedhofsbetriebe (§ 917 der Reichsversicherungsordnung). Ländliche Anwesen sind alle bebauten Grundstücke auf dem Lande.

(4) Im Zweifelsfall entscheidet der Reichswirtschaftsminister endgültig darüber, ob ein Betrieb oder ein Anwesen prüfungspflichtig ist. Er kann die Entscheidung nachgeordneten Stellen übertragen.

(5) Die Instandsetzungsfrist nach Abs. 1 wird durch den Sachverständigen nach Maßgabe der jeweiligen Dringlichkeit festgesetzt. Gegebenenfalls entscheidet die Bezirksarbeitsgemeinschaft (§ 4 Abs. 2) endgültig.

§ 3.

(1) Die Prüfungs- und Instandsetzungspflicht liegt dem Benutzer ob.

(2) Er ist verpflichtet, dem mit einem Ausweis versehenen Sachverständigen den Zugang zu allen Teilen seiner Energieanlage und seiner Energieverbrauchsgeräte zu verschaffen und alle erforderlichen Auskünfte zu geben. Er hat die hierzu nötigen Arbeitskräfte und Vorrichtungen zur Verfügung zu stellen.

§ 4.

(1) Mit der Durchführung der Prüfungen werden die „Arbeitsgemeinschaften zur Prüfung der elektrischen Installationsanlagen auf dem Lande" beauftragt. Sie haben dabei im Benehmen mit der hauptamtlichen Brandschau zu verfahren.

(2) Für den Bezirk jeder Landesbauernschaft ist eine Bezirksarbeitsgemeinschaft und für das Reichsgebiet eine Zentralarbeitsgemeinschaft zu bilden.

(3) Die Satzungen der Zentralarbeitsgemeinschaft und der Bezirksarbeitsgemeinschaften unterliegen der Genehmigung des Reichswirtschaftsministers.

(4) Der Reichswirtschaftsminister beaufsichtigt die Arbeitsgemeinschaften. Er kann die Aufsicht ganz oder teilweise auf nachgeordnete Stellen übertragen.

(5) Der Reichswirtschaftsminister kann Ausnahmen von den Absätzen 1 und 2 anordnen.

§ 5.

(1) Soweit durch die Prüfungen Kosten entstehen, können sie dem Benutzer auferlegt werden. Die Kostenordnung wird von den Arbeitsgemeinschaften mit Genehmigung des Reichswirtschaftsministers erlassen. Ihre Sätze dürfen nicht überschritten werden.

(2) Für die Kosten der Instandsetzung haftet der Benutzer.

§ 6.

Zuwiderhandlungen gegen § 2 Abs. 1 Satz 1 und § 3 Abs. 2 werden auf Antrag des Reichswirtschaftsministers nach § 15 Abs. 3 Ziffer 5 des Energiewirtschaftsgesetzes mit Geldstrafe bestraft.

§ 7.

Der Reichswirtschaftsminister erläßt die zur Durchführung dieser Verordnung erforderlichen Verwaltungsbestimmungen.

Der Reichswirtschaftsminister
I. V.: Posse

[1]) Reichsgesetzblatt (1937) Teil I, S. 918.

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Die Bezeichnung des Verkehrswertes in der Fernsprechtechnik.

Von **M. Langer** VDE, Berlin.

621. 395. 003

Übersicht. Eine einheitliche Bezeichnung des Verkehrswertes wird vorgeschlagen und zur Einführung empfohlen. Weiter wird darauf hingewiesen, daß Belegungswerte die Grundlage zur Beurteilung des Verkehrs bilden und daß sich diese von den gelegentlich vorkommenden Gesprächswerten grundsätzlich unterscheiden müssen.

In der Fernsprechtechnik ist es üblich, den Verkehr der Hauptverkehrsstunde, den sogenannten Verkehrswert, der der Berechnung der Verbindungsorgane und Leitungen zugrunde gelegt wird, teilweise mit TC (oder CT), teilweise mit Y zu bezeichnen. Weiter wird der Verkehrswert selbst in Stunden, mitunter auch in Minuten angegeben, wobei stets die Beziehung zur Hauptverkehrsstunde vorausgesetzt und daher nicht besonders angegeben wird. Man schreibt z. B. TC = 5 Belegungsstunden und müßte eigentlich schreiben $TC = \frac{5 \text{ Belegungsstunden}}{\text{je Hauptstunde}}$, wobei aber die Beziehung zur Hauptstunde unterdrückt wird, weil sich der Verkehrswert stets auf die Hauptverkehrsstunde bezieht. Die Angabe des TC-Wertes in Belegungsstunden oder Minuten erscheint zunächst als gerechtfertigt, weil das Produkt als eine Summe von Belegungszeiten anzusehen ist.

In der ETZ 57 (1936) S. 1311 macht K. Küpfmüller den Vorschlag, den Verkehrswert einheitlich zu bezeichnen und ihn als absolute Zahl ohne jede Zeitbezeichnung anzugeben.

Diese Anregung läßt sich nun in der Praxis in folgender Weise verwirklichen:

Zunächst fragt es sich, wie soll der Verkehrswert selbst bezeichnet werden, mit TC oder mit Y. Die Bezeichnung TC sagt aus, daß der Verkehrswert ein Produkt aus T und C ist, wobei T (Time) die mittlere Dauer der Belegungen in Stunden oder Minuten und C (Call) die Zahl der Belegungen in der Hauptverkehrsstunde bedeutet. Es wird sich empfehlen, den Verkehrswert allgemein mit TC zu bezeichnen, da die Bezeichnung TC anschaulicher ist und mehr aussagt als der Buchstabe Y. Ob das Produkt TC oder CT geschrieben wird, ist nicht von Bedeutung, und kann freigestellt werden.

Wenn man sich weiter allgemein einigt, T und damit auch den Verkehrswert — und zwar unabhängig von seiner Größe — stets nur in Belegungsstunden und nicht in Minuten anzugeben, so kann man die frühere Zeitbezeichnung fallen lassen, da dann TC eine reine Zahl wird. Man kann weiter 1 Belegungsstunde in der Hauptverkehrsstunde als Einheit des Verkehrs einführen und sie Verkehrseinheit VE nennen. Demnach könnte man schreiben:

$$\text{Verkehrswert} = TC;$$

$$\frac{1 \text{ Belegungsstunde}}{\text{je Hauptstunde}} = 1 \text{ Verkehrseinheit} = 1 \text{ VE} = 1.$$

Es wird sich empfehlen, die Bezeichnung „Verkehrseinheit" hinzuzufügen, um die Beziehung zum Verkehrswert erkennen zu lassen.

Kleine Werte, die früher in Minuten angegeben wurden, z. B. die Leistung einer Leitung sei 5 Belegungsminuten lassen sich ausdrücken in $TC = {}^{5}/_{60}$ Verkehrseinheiten. Die Angabe in sechzigstel Verkehrseinheiten ist empfehlenswert, weil der Zähler ohne Umrechnung sofort die Belegungsminuten erkennen läßt.

Ausdrücke, wie: TC = 50 Verkehrseinheiten (VE)

TC = 5 „ „

$TC = \frac{5}{60}$ „ „

würden demnach heißen:

Es sind 50, 5 oder ${}^{5}/_{60}$ Belegungsstunden je Hauptverkehrsstunde zu leisten.

Wird der Verkehrswert für irgendeine andere Zeit als die Hauptverkehrsstunde, z. B. für den Tag- oder Tag- und Nachtverkehr angegeben, so muß das in der Bezeichnung zum Ausdruck kommen, zweckmäßig:

Belegungszeit: 50 Belegungsstunden in 10 h von 8^{00} bis 18^{00}, oder Belegungszeit: 50 Belegungsstunden in 24 h.

Der Verkehrswert TC drückt grundsätzlich Belegungswerte aus, die für die Praxis allein wichtig sind, denn von ihnen hängt die Zahl der Verbindungsorgane und Leitungen ab. Gelegentlich kommt es vor, daß Gesprächswerte angegeben werden, wo dann T die mittlere Gesprächszeit und C die Zahl der Gespräche bedeutet. Dieser Wert, den man nicht Verkehrswert, sondern zum Unterschied Gesprächswert nennen sollte, ist für die Praxis nur interessant, man kann ihn aber ohne Ergänzung zum Verkehrswert nicht für die Berechnung der Verbindungsorgane verwerten. Es sei noch darauf hingewiesen, daß das Produkt TC stets aus gleichwertigen Faktoren bestehen muß. Bezeichnet T die mittlere Belegungszeit, so muß C die Belegungszahl angeben, und das Produkt ergibt Belegungswerte, also Verkehrswerte. Gibt T die mittlere Gesprächszeit an, so muß C die Gesprächszahl angeben, das Produkt ergibt Gesprächswerte. Man darf niemals dem einen Faktor Belegungen und dem zweiten Gespräche zugrunde legen.

Zum Schluß seien die verschiedenen hier vorgeschlagenen Definitionen nochmals zusammengestellt:

1. T: mittlere Dauer der Belegungen bzw. Gespräche (in Stunden).
2. C: Zahl der Belegungen bzw. Gespräche in der Hauptverkehrsstunde.
3. Verkehrswert TC: mittlere Dauer der Belegungen (in Stunden) mal Zahl der Belegungen in der Hauptverkehrsstunde.
4. Verkehrseinheit VE: Einheit des Verkehrswertes $= 1 = \frac{60}{60}$.
5. Gesprächswert TC: mittlere Dauer der Gespräche (in Stunden) mal der Zahl der Gespräche in der Hauptverkehrsstunde.
6. Belegungszeit: mittlere Dauer der Belegungen (in Stunden) mal Zahl der Belegungen in einer bestimmten Zeit, z. B. in 24 Stunden.

Digitized by Google

621. 311. 1 (437) **Stand der Elektrisierung der Tschechoslowakei Ende 1935.** — Laut den vom Tschechoslowakischen Elektrotechnischen Verband [„ESC"] gesammelten statistischen Daten bestanden Ende 1935 215 selbständige öffentliche sowie 948 werkeigene Elektrizitätswerke. Von den letzteren gaben 227 elektrische Arbeit auch an andere Stromverbraucher ab.

Zahlentafel 1. Installierte Leistung und Erzeugung der Elektrizitätswerke im Jahre 1935.

	Ausgebaute Maschinenleistung in kW	Jahresarbeit in Mill kWh
öffentliche Elektrizitätswerke mit Gemeinnützigkeitsrecht, an welchen der Staat beteiligt ist	484 101	767,483
öffentliche Elektrizitätswerke ohne Gemeinnützigkeitsrecht / städtische, genossenschaftliche und private Werke .	224 318	397,619
Eigenwerkanlagen der Industrie	1 076 400	1 896,500
zusammen	1 784 819	3 061,602

Von dieser Gesamtjahreserzeugung (Zahlentafel 1) von 3 061,602 Mill kWh entfiel der überwiegende Teil, nämlich 2 592,297 Mill kWh auf Dampfkraft, 309,516 Mill kWh auf Wasserkraft, 25,517 Mill kWh auf Naphtamotoren (Dieselmotoren) und 133,5 Mill kWh auf Gasmotorenbetrieb.

Der Anteil des Gleichstromes an der Jahreserzeugung ist ständig im Fallen und betrug im Berichtsjahr nur noch 91,855 Mill kWh (etwa 3%).

Der Gesamtausbau wies nur einen Zuwachs von 15 544 kW (d. i. 0,88%) auf, was darauf zurückzuführen ist, daß das Jahr 1935 noch voll in die Zeit einer schweren allgemeinen Wirtschaftskrise fiel. Trotzdem ist bei der tschechoslowakischen Elektrizitätswirtschaft eine stetige Erholung unverkennbar.

Die Einfuhr elektrischer Arbeit vom Ausland ist unbeträchtlich. Während sie im Jahre 1930 noch 22,2 Mill kWh (0,7% des Gesamtverbrauches) betrug, ist sie im Jahr 1935 auf 17 Mill kWh (d. i. 0,4%) gefallen. Sie hat in der Folgezeit noch eine weitere starke Abnahme erfahren, indem die letzten Bezirke Nordböhmens, die noch vom Großkraftwerk Hirschfelde versorgt wurden, zufolge Vereinbarung jetzt vom Überlandnetz der Nordböhmischen Elektrizitätswerk AG., Bodenbach, bzw. von deren Kraftwerk Türmitz bei Außig die elektrische Arbeit beziehen.

Das im vorigen Jahr fertiggestellte Wasserkraftwerk Schreckenstein bei Außig, welches die Masaryk-Staustufe der Elbe ausnutzt, erhielt eine 110 kV-Verbindungsleitung mit Seestadtl, so daß sich die Werke bei Eisgang, Trockenheit u. dgl. gegenseitig unterstützen und ergänzen können.

Die gesamte Länge der Hochspannungsleitungen in der Tschechoslowakei erreichte Ende 1935 34 198 km, wovon auf die „gemeinnützigen" Werke 25 016, auf die „nicht gemeinnützigen" 6274, auf die Werkzentralen 2312 und 596 km auf Stromverteilungs-Unternehmungen entfielen. Im ganzen sind heute an die öffentlichen Werke 9199 Gemeinden, das sind 60% aller Gemeinden mit einer Einwohnerzahl von 11 145 118 (das sind 74,3% der Gesamtbevölkerung) angeschlossen.

G. W. M.

621. 311. 003. 1 (73/79) **Die Entwicklung der nordamerikanischen Elektrizitätswirtschaft im Jahr 1936.** — Nach den z. T. erst vorläufigen Angaben der Electrical World verfügten anfangs November 1936 in den V. S. Amerika 1616 für die Öffentlichkeit Strom erzeugende Unternehmungen mit monatlich 10000 kWh und mehr in 3803 Kraftwerken über eine Leistung von 36,597 Mill kW (+1,3% gegen 1935), die sich mit 10,405 (+5,6%) auf Wasser-, 25,607 auf Dampf- und 0,585 Mill kW auf Verbrennungsmotoren verteilten. Die Erzeugung dieser Werke stellte sich bei etwa 3120 h mittlerer Benutzungsdauer auf rd. 113,373 Mrd kWh (+14%), deren 72,916 (+22,7%) aus Brennstoffen, 40,457 (+1,2%) mit Wasserkraft gewonnen wurden. In Kohle ausgedrückt (ohne Holz), hat der Betrieb rd. 53,8 Mill t (+22,5%) verbraucht, d. s. unverändert etwa 0,66 kg/kWh. Von den in den eigentlichen Licht- und Kraftzentralen mit 34,466 Mill kW erzeugten 105,828 Mrd kWh (+13%) bezogen die Industrie allein 49,05 (+19%), das Kleingewerbe 16,35 (+15%), der Haushalt 15,375 (+10%), die Bahnen 5,73 (+9%) und die Gemeinden usw. 3,27 Mrd kWh (+11%). Der Anteil der Industrie an den insgesamt an die letzten Abnehmer für durchschnittlich 5,7 Rpf/kWh[1]) verkauften 89,775 Mrd kWh (+15%) erreichte nahezu 55%. Zum Eigenverbrauch benötigten die Werke etwa 1,933 Mrd kWh; 17,146 oder rd. 19% des Absatzes waren Verluste (+8%). Einfuhr und Zukauf werden mit 3,026 Mrd kWh (+78%) bewertet. Die Zahl der Abnehmer ist 1936 auf etwa 26,028 Mill (+3%) gestiegen; davon entfielen allein 20,99 (+2,6%) auf die Haushaltungen, die im Mittel je 720 kWh/Jahr beanspruchten (+7%), aber nur 85,4 RM (+1%) dafür zu zahlen hatten. Man nimmt z. Z. an, daß 89,7 Mill Personen (+3%), das wären rd. 70% der Bevölkerung, in elektrisch eingerichteten Heimen wohnen, eine wesentliche Folge der auch 1936 weiter vorgenommenen Stromverbilligung auf zuletzt 11,8 Rpf/kWh (12,5 i.V.).

Während im Berichtsjahr der Leistungszugang aller Werke netto 606860 kW ausmachte (davon 489860 an Wasserkraft) sind für 1937 deren rd. 1,273 Mill, also mehr als das Doppelte geplant, und zwar 962450 kW als Wärmeenergie. Damit kommt das Bestreben zum Ausdruck, dem schnell zunehmenden Strombedarf trotz mancher wirtschaftlicher und politischer Unsicherheiten mit ausreichenden Erzeugungsmitteln billigst entsprechen zu können. Das gilt auch für die Versorgung der Farmen, deren Anschlußzahl sich 1936 auf rd. 0,898 Mill (+14%) und damit auf 14% dieser Besitzungen (1930 waren es über 6 Mill) erhöht hat. Man erwartet im laufenden Jahr etwa 0,2 Mill neue landwirtschaftliche Abnehmer und an dessen Ende die Belieferung von vielleicht 33% aller Farmen mit Hilfe von etwa 58800 km neuer Leitungen. Die jetzt in Ausführung befindlichen staatlichen bzw. eine Unterstützung durch die Regierung genießenden Projekte, an denen z. Z. fünf verschiedene Verwaltungen (besonders das Bureau of Reclamation) beteiligt sind, dürften zusammen etwa 3,2 Mrd RM verlangen und annähernd 5,4 Mill PS neu schaffen. [Electr. Wld., N.Y. 107 (1937) H. 1.]

fm.

Gründung der Ruhr-Elektrizitäts-G. m. b. H. — In der am 23. 8. d. J. abgehaltenen Mitgliederversammlung des Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikats wurde der Gründung einer Elektrizitäts-A.-G., der Ruhr-Elektrizitäts-G. m. b. H., durch das Rheinisch-Westfälische Kohlen-Syndikat zugestimmt, deren Aktienkapital bis zu 40 Mill RM betragen soll. Zwischen dieser neuen Gesellschaft und der Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen A.-G., Dortmund (VEW) ist ein Abkommen über eine langfristige enge Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Stromversorgung des westfälischen Raumes unterzeichnet worden. Die Grundzüge dieser Gemeinschaftsarbeit sind: Die „Ruhrelektrizität" wird Kraftwerke auf Steinkohlenunterlage errichten, die als Erzeugerwerke elektrische Arbeit an die VEW zur Versorgung des westfälischen Raumes abgeben und insbesondere die Versorgung gewisser Rohstoffwerke sicherstellen. Die Fortleitung und Verteilung der elektrischen Arbeit ebenso wie die Verrechnung mit den Abnehmern ist ausschließlich Sache des VEW. Im Rahmen dieser Gemeinschaftsarbeit werden die VEW vorerst noch ihre Krafterzeugungsanlagen erweitern. Die „Ruhrelektrizität" verpflichtet sich weder unmittelbar noch mittelbar elektrische Arbeit innerhalb des westfälischen Raumes an Dritte abzugeben. *Hs.*

620. 9 (063) **Tagung für Elektrizitäts- und Gaswirtschaft in Graz.** — Vom 22. bis 25. April 1937 fand in Graz eine Tagung für Elektrizitäts- und Gaswirtschaft statt, eine Gemeinschaftsveranstaltung des Hauptverbandes der Elektrizitätswerke und des Hauptverbandes der Gas- und Wasserwerke Österreichs. Über die elektrotechnischen Fragen gab Schäfer (Berlin) in seinem Bericht über „Die Entwicklung der Hochspannungstechnik" einen Überblick, der in erster Linie die Sicherheitsgrade von Stationen und Leitungen, sowie deren Abstimmung gegeneinander, ferner die Fortschritte auf dem Gebiete des Schalter- und Transformatorenbaues und deren Auswirkung auf die Betriebssicherheit behandelte. In den übrigen Vorträgen wurden elektrizitätswirtschaftliche Fragen in den Vordergrund gestellt. Zschintzsch (Berlin) sprach über „Die Elektrizitätswirtschaft des Deutschen Reiches". Er wies an Hand von zahlreichen Schaubildern den Zusammenhang zwischen Entwicklung der Gesamtwirtschaft und des Stromverbrauchs nach, wobei besonders die Auswirkung des 1933 einsetzenden Wirtschaftsaufschwunges auf den Strombedarf der einzelnen Abnehmergruppen klar zum Ausdruck kam. Der Vortragende ging dann

[1]) 1 $ = 2,49 RM.

Digitized by Google

auf Sinn und Auswirkung des Energiewirtschaftsgesetzes ein, um dann abschließend grundsätzliche Fragen der Organisation der Elektrizitätswirtschaft, des Tarifwesens und der Werbung im Hinblick auf die an die deutsche Elektrizitätswirtschaft gestellten Anforderungen zu streifen, sowie die Hauptaufgaben und die Zielsetzung für die nächste Zukunft zu kennzeichnen, die sich für sie aus der gewaltigen wirtschaftlichen und sozialen Aufwärtsentwicklung ergibt.

Über „Probleme der schweizerischen Energiewirtschaft" an Hand von Energiefluß-Schaubildern legte Bauer (Zürich) die Lage der Schweiz als wasserkraftreiches, aber auf Einfuhr von Brennstoffen angewiesenes Land dar, dessen Hauptproblem er eigentlich in der Frage sieht: Wie wird volkswirtschaftlich am richtigsten der Wärmebedarf gedeckt.

Zwei weitere Vorträge, und zwar von Vidmar (Laibach) über „Jugoslawiens Elektrizitätswirtschaft" und von Haidegger (Budapest) über „Die Energiewirtschaft Ungarns im Rahmen des zwischenstaatlichen Energieverkehrs" vermittelten einen Einblick in die energiewirtschaftlichen Fragen dieser Länder, wie sie sich aus deren wirtschaftlicher Gesamtstruktur ergeben.

Eine weitere Gruppe von Vorträgen war grundsätzlichen Einzelfragen der Elektrizitätswirtschaft gewidmet. Hier ist zunächst der Vortrag von Kromer (Berlin) über „Die Industrie als Stromverbraucher" zu nennen, der hauptsächlich die Wettbewerbsfähigkeit der öffentlichen Versorgung mit industriellen Eigenanlagen, sowie die Möglichkeiten des Zusammenarbeitens mit den Energieanlagen der wärmeverbrauchenden Industrie zum Gegenstand hatte, wobei an Hand von Beispielen aus der Praxis sowohl die kombinierte Energieversorgung durch Fremdstromlieferung und eigene Wärmeversorgung als auch die Zusammenarbeit von öffentlichen Kraftwerken mit industriellen Heizkraftwerken mit ihren Folgerungen erörtert wurden. v. Miller (München) und Velisek (Wien) befaßten sich mit dem Strombedarf des Haushaltes, wobei letzterer vor allem über sehr interessante Untersuchungen des EW Wien über die Auswirkung des elektrischen Kochens auf die dortigen Belastungsverhältnisse berichtete. Ein weiterer Vortrag von Wellner (Wien) schließlich war der örtlich bedingten Frage „Was sagt der Abnehmer in ländlichen Gebieten Österreichs zu Strom und Gas" gewidmet. Die Tagungsleitung hat die begrüßenswerte Absicht, die Vorträge in vollem Umfange, sowie die Aussprachen darüber in Form einer Tagungsschrift herauszugeben. *Msl.*

621. 311. 153. 003. 1 **Über den Spitzenausgleich bei den Industrie-Stromabnehmern.** — Die Arbeit stützt sich auf Messungen bei mehreren Industrie-Abnehmern und behandelt nur den Kraftstromverbrauch. Es wird das Verhältnis der tatsächlich beanspruchten Leistung der Abnehmer zu ihrem Anschlußwerte ermittelt (Gleichzeitigkeitsziffer), ferner, wie sich die Belastungsspitzen der Abnehmer untereinander ausgleichen (Gleichzeitigkeitsfaktor). Die für die Gleichzeitigkeitsziffern ermittelten Werte liegen zwischen 0,14 und 0,77. Es wird erläutert, wie die Art der Stromverbraucher und die Betriebsweise der Abnehmer diese Ausgleichsverhältnisse beeinflussen; für Maschinenfabriken wird auch ein Näherungsverfahren angegeben, um die wahrscheinliche Spitzenbelastung vorausberechnen zu können. Der Gleichzeitigkeitsfaktor wird für verschiedene Abnehmergruppen ermittelt. Er schwankt, auf die Tagesspitzen bezogen, bei Großabnehmern — solchen mit einem Anschlußwert von über 300 kW — zwischen 0,92 und 0,96 und bei mittelgroßen Abnehmern zwischen 0,90 und 0,92. Bei Betrachtung größerer Zeiträume ist er etwas niedriger; es können für den auf die Monatsspitzen bezogenen Gleichzeitigkeitsfaktor Werte von 0,88 bzw. 0,82 angenommen werden. Die Ziffern erheben keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit. Sie sollen einen Einblick in die möglichen Ausgleichsverhältnisse geben, lassen indessen Rückschlüsse auch auf die Verhältnisse bei anderen Elektrizitätswerken zu. [K. Ulrich, Dissertation T. H. Karlsruhe 1933.] *eb.*

621. 3 : 347. 77 **Die Elektrotechnik in der Statistik des Reichspatentamtes für das Jahr 1936.** — Das Jahr 1936 hat einen weiteren Anstieg in der Geschäftstätigkeit des Reichspatentamts gebracht[1]). Die Gesamtzahl der Patentanmeldungen ist von 53 592 auf 56 163 gestiegen und hat damit wieder den Stand des Jahres 1933 erreicht. Diese Zunahme ist ausschließlich auf die Inlandanmeldungen zurückzuführen, die von 44 680 auf 47 363 gestiegen sind, während die Zahl der Auslandsanmeldungen weiter rückläufig ist und von 8912 auf 8800 abgenommen hat. Von den eingegangenen Anmeldungen gehören 8702 der Kl. 21 (Elektrotechnik) an, hier hat also dem Vorjahre gegenüber eine Zunahme um 271 stattgefunden. An der Gesamtzahl der 16 750 erteilten Patente ist die Kl. 21 mit 3170 beteiligt. Auf dem Gebiete der Gebrauchsmuster sind 56621 Anmeldungen gegenüber 54630 im Vorjahre eingegangen, darunter 7692 in Kl. 21. *Ka.*

[1]) Vgl. ETZ 57 (1936) S. 596.

Handelsregistereintragung. — Gesellschaft für elektrische Raumheizung m. b. H., Berlin (100 000 RM): Forschung auf energiewirtschaftlichem, insbesondere elektrizitätswirtschaftlichem Gebiete und dem elektrischer Raumheizung, Projektierung, Errichtung und Vertrieb von in dieses Gebiet fallenden Anlagen.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Deutscher Elektro-Außenhandel Januar—Juni 1937. — Die deutsche Elektro-Ausfuhr betrug im ersten Halbjahr 1937 143 Mill RM und liegt damit mehr als 20% über dem Ergebnis vom Januar—Juni 1936. An der Ausfuhrsteigerung haben mit Ausnahme der Gruppen Sicherungs- und Signalapparate, Röntgenröhren und Elektrokarren sämtliche Warengruppen teilgenommen (Zahlentafel 1). Die prozentual höchsten Zunahmen sind zu verzeichnen bei Maschinen, Kabeln, Akkumulatoren und Elementen, Bogenlampen und Scheinwerfern, Magnetzündapparaten und Automobilzubehör, Porzellanisolatoren, bei denen sämtlich eine Ausfuhrsteigerung von mehr als 30% eingetreten ist. Zwischen 19 und 25% liegen die Zunahmen bei isoliertem Draht für die Elektrotechnik, Glühlampen, drahtloser Telegraphie und Telephonie, Koch- und Heizapparaten. Bei den übrigen Gruppen betrug die Zunahme weniger als 19%. Genannt seien noch die große Gruppe der nicht besonders benannten Apparate mit einer Ausfuhrzunahme von 17%, Meß- und Zählvorrichtungen und Elektromedizin mit Zunahmen von 10 und 11%, Telegraphie und Telephonie mit Draht mit einer Zunahme von 7%. Die Betrachtung der geographischen Verteilung der deutschen Elektro-Ausfuhr zeigt eine Gesamtzunahme nach Europa von 17,6%, nach Übersee von 36,4% (Zahlentafel 2). Von den europäischen Absatzländern haben Italien, die Schweiz, Portugal, Spanien und Lettland ihre Bezüge aus Deutschland eingeschränkt. Nach den übrigen Ländern sind Zunahmen zu verzeichnen, die über 30% betragen haben nach Norwegen, Finnland, Dänemark, Polen, Griechenland, Rumänien, Jugoslawien, Litauen und Estland. Ebenso konnten nach Schweden, Großbritannien, Irland, Belgien, der Tschechoslowakei, Österreich Ausfuhrverbesserungen über die Durchschnittszunahme von 20% hinaus erzielt werden, wenn sie auch unter 30% blieben. Nach den Niederlanden, Frankreich, Ungarn, Bulgarien, Rußland und der Türkei betrug die Zunahme ungefähr 10 bis 17%. In Übersee konnte die Ausfuhr nach Amerika, Afrika und Australien um jeweils rd. 40%, nach Asien um rd. 30% gesteigert werden, in Amerika insbesondere infolge der guten Entwicklung des Südamerika-Geschäfts, in Asien in erster Linie infolge der günstigen Ausfuhr-Entwicklung nach Britisch-Indien, China und Niederländisch-Indien. Die Elektro-Einfuhr (Zahlentafel 1 und 3) betrug im ersten Halbjahr 1937 9,1 Mill RM. Haupteinfuhrgruppen sind nach wie vor die Gruppen drahtlose Telegraphie und Telephonie und

Zahlentafel 3. Deutsche Elektro-Einfuhr nach Herkunftsländern.

Herkunftsländer[1])	1. Halbjahr			Anteil a. d. deutschen Elektro-Einfuhr 1. Halbjahr		
	1935	1936	1937	1935	1936	1937
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Niederlande	3 356	1 609	3 330	31,1	18,9	36,7
Ungarn	1 671	1 992	2 188	15,5	23,4	24,1
Belgien-Luxemburg	423	820	982	3,9	9,6	10,8
Österreich	696	677	719	6,5	7,9	7,9
Schweiz	1 140	1 138	553	10,5	13,3	6,1
Großbritannien	370	482	299	3,4	5,7	3,3
Schweden	285	234	227	2,6	2,7	2,5
Tschechoslowakei	334	297	217	3,1	3,5	2,4
Dänemark	340	303	184	3,1	3,6	2,0
V.S.Amerika	663	172	170	6,1	2,0	1,9
Frankreich	422	279	88	3,9	3,3	1,0
Italien	194	153	78	1,8	1,8	0,9
Sonstige Länder	926	365	39	8,5	4,3	0,4
Insgesamt	10 820	8 521	9 074	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr Januar—Juni 1937.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Deutscher Elektro-Außenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr 1. Halbjahr 1935 1000 RM	Ausfuhr 1. Halbjahr 1936 1000 RM	Ausfuhr 1. Halbjahr 1937*) 1000 RM	Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr 1. Halbjahr 1935 %	1936 %	1937 %	Einfuhr 1. Halbjahr 1935 1000 RM	1936 1000 RM	1937*) 1000 RM	Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr 1. Halbjahr 1935 %	1936 %	1937 %
907a	Lichtmaschinen, Lichtzündmasch. usw	1 480	1 447	1 628	1,4	1,2	1,1	33	11	—	0,3	0,1	—
b—g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren usw.	10 577	12 464	16 920	10,1	10,7	11,8	1 067	683	594	9,9	8,0	6,6
h	Anker, Kollektoren[1]	1 162	1 346	1 563	1,1	1,1	1,1	95	26	4	0,9	0,3	0,0
	zusammen Maschinen	*13 219*	*15 257*	*20 111*	*12,6*	*13,0*	*14,0*	*1 195*	*720*	*598*	*11,1*	*8,4*	*6,6*
908a, b	Akkumulatoren	1 185	1 240	1 764	1,1	1,0	1,2	123	18	29	1,1	0,2	0,3
909	Kabel	5 074	5 836	9 139	4,8	5,0	6,4	384	535	786	3,5	6,3	8,7
890a	Isolierter Draht f. d. Elektrotechnik	5 310	6 458	7 678	5,1	5,5	5,4	125	250	377	1,2	2,9	4,1
aus 871a	Lack- (Email-) Draht[2] [3]	.	.	574	.	.	0,4	.	.	.	.	.	.
	zusammen Kabel und Draht	*10 384*	*12 294*	*17 391*	*9,9*	*10,5*	*12,2*	*509*	*785*	*1 163*	*4,7*	*9,2*	*12,8*
910a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	676	209	810	0,6	0,2	0,6	56	19	16	0,5	0,2	0,2
911a, b	Glühlampen	4 049	3 787	4 586	3,9	3,2	3,2	2 162	2 420	2 314	20,0	28,4	25,5
912A1, 2	Telegraphie u. Telephonie mit Draht	8 044	7 313	7 840	7,7	6,3	5,5	203	171	87	1,9	2,0	1,0
A3	Drahtlose Telegraphie u. Telephonie	9 301	11 013	13 446	8,8	9,4	9,4	3 242	1 842	3 656	30,0	21,6	40,3
A4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	9 295	9 356	10 332	8,8	8,0	7,2	505	671	309	4,7	7,9	3,4
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	3 370	3 569	4 459	3,2	3,0	3,1	109	74	10	1,0	0,9	0,1
D	Röntgenröhren	1 479	1 576	1 346	1,4	1,4	0,9	103	180	—	1,0	2,1	—
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	4 619	5 346	7 033	4,4	4,6	4,9	218	105	52	2,0	1,2	0,6
F 1	Sicherungs- u. Signalapp., Läutewerke	1 742	2 904	1 878	1,7	2,5	1,3	20	14	2	0,2	0,2	0,0
F 2	Schaltapp. usw., nicht bes. ben. Vorrichtungen f. Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	23 767	27 072	31 614	22,6	23,1	22,1	1 594	958	432	14,7	11,3	4,8
F 3	Elektromedizin	5 119	6 106	6 794	4,9	5,2	4,8	298	229	47	2,8	2,7	0,5
F 4	Galvanische Elemente	642	842	1 335	0,6	0,7	0,9	3	1	—	0,0	0,0	—
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[4]	.	.	.	.	.	.	4	—	—	0,0	.	—
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	123	108	246	0,1	0,1	0,2	1	—	—	0,0	—	—
F 7	Isolierröhren f. el. Leitg. aus Papier od. Pappe, auch l. Verb. m. unedlen Metallen[3]	599	573	724	0,6	0,5	0,5	.	.	.	.	.	.
aus 795, 799	Andere Isolierrohre (Stahl-, Peschel-, Schlitzrohr)[3]	1 047	1 008	1 106	1,0	0,9	0,8	.	.	.	.	.	.
648a—c	Kohle für die Elektrotechnik	4 272	4 887	5 699	4,1	4,2	4,0	175	109	193	1,6	1,3	2,1
733a	Porzellanisolatoren	837	751	1 110	0,8	0,6	0,8	—	—	—	—	—	—
aus 906D 15	Staubsauger	1 214	1 667	1 736	1,2	1,4	1,2	284	195	143	2,6	2,3	1,6
915b 5	Elektrokarren[3]	56	184	125	0,0	0,2	0,1	.	.	.	.	.	.
783c, 799c	Teile v. Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[4]	.	.	.	.	.	.	16	10	23	0,1	0,1	0,2
	unvollständig angemeldet	15	19	.	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—
	Verschiedene Elektroerzeugnisse (Werkzeuge, Kühlschränke u. a.)[2] [3]	.	.	1 537	.	.	1,1	.	.	.	.	.	.
	Insgesamt	105 054	117 081	143 022	100	100	100	10 820	8 521	9 074	100	100	100

*) Ab 1937 ohne Rückwaren.
[1]) Ausfuhr: auch andere Teile von elektr. Maschinen. [2]) Erst seit 1937 getrennt ausgewiesen. [3]) Nur für die Ausfuhr. [4]) Nur für die Einfuhr.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektro-Ausfuhr nach Absatzländern.

Absatzländer	1. Halbjahr 1935 1000 RM	1. Halbjahr 1936 1000 RM	1. Halbjahr 1937 1000 RM	Anteil a. d. deutschen Elektro-Ausfuhr 1. Halbjahr 1935 %	1936 %	1937 %
Europa	83 248	88 486	104 027	79,2	75,6	72,7
Afrika	3 061	3 690	5 236	2,9	3,1	3,7
Asien	8 495	11 330	14 658	8,1	9,7	10,3
Amerika	9 637	12 531	17 645	9,2	10,7	12,3
Australien	601	1 036	1 443	0,6	0,9	1,0
Nicht ermittelt	12	8	13	0,0	0,0	0,0
Zusammen	105 054	117 081	143 022	100	100	100
Wichtige Absatzgebiete in Europa[1]:						
Schweden	7 902	10 035	12 690	7,5	8,6	8,9
Niederlande	13 112	11 379	12 478	12,5	9,7	8,7
Großbritannien	5 531	5 783	7 158	5,3	4,9	5,0
Frankreich	6 874	5 632	6 397	6,5	4,8	4,5
Belgien-Luxemburg	4 690	4 983	6 168	4,5	4,2	4,3
Italien	7 952	6 756	6 133	7,6	5,8	4,3
Norwegen	3 453	3 676	4 851	3,3	3,1	3,4
Rumänien	1 614	2 668	4 532	1,5	2,3	3,2
Finnland	2 124	2 899	4 113	2,0	2,5	2,9
Schweiz	4 639	4 363	4 102	4,4	3,7	2,9
Jugoslawien	895	1 604	4 087	0,9	1,4	2,8
Dänemark	2 703	2 826	4 011	2,6	2,4	2,8
Österreich	2 736	3 104	3 956	2,6	2,7	2,8
Tschechoslowakei	2 474	3 089	3 792	2,3	2,6	2,6
Polen-Danzig	1 948	2 314	3 154	1,9	2,0	2,2
UdSSR.	1 031	2 622	2 964	1,0	2,2	2,1
Griechenland	1 921	2 142	2 795	1,8	1,8	1,9
Ungarn	808	1 758	2 055	0,8	1,5	1,4
Bulgarien	1 600	1 594	1 859	1,5	1,4	1,3
Türkei	1 569	1 523	1 675	1,5	1,3	1,2
Portugal	1 081	1 316	1 267	1,0	1,1	0,9
Ir. Freistaat	1 158	913	1 141	1,1	0,8	0,8
Estland	275	425	765	0,3	0,4	0,5
Spanien	3 383	4 058	600	3,2	3,5	0,4
Lettland	652	680	522	0,6	0,6	0,4
Litauen	247	121	344	0,2	0,1	0,2
Island	125	126	259	0,1	0,1	0,2
Sonst. europ. Gebiete[2]	751	97	159	0,7	0,1	0,1
Zusammen Europa	83 248	88 486	104 027	79,2	75,6	72,7

Absatzländer	1. Halbjahr 1935 1000 RM	1. Halbjahr 1936 1000 RM	1. Halbjahr 1937 1000 RM	Anteil a. d. deutschen Elektro-Ausfuhr 1. Halbjahr 1935 %	1936 %	1937 %
Wichtige Absatzgebiete in Übersee[3]						
Argentinien	3 364	3 817	5 748	3,2	3,2	4,0
Brasilien	2 148	2 502	3 899	2,0	2,1	2,7
Chile	917	1 274	1 794	0,9	1,1	1,2
Mexiko	633	1 016	1 255	0,6	0,9	0,9
V.S.Amerika	736	1 174	1 109	0,7	1,0	0,8
Uruguay	760	666	1 085	0,7	0,6	0,8
Peru	185	689	775	0,2	0,6	0,5
Columbien	259	472	662	0,3	0,4	0,5
Venezuela	116	197	424	0,1	0,2	0,3
Sonst. amerikan. Gebiete	519	724	894	0,5	0,6	0,6
Brit.-Indien	2 462	3 214	4 319	2,4	2,8	3,0
China[4]	2 371	2 497	4 105	2,3	2,1	2,9
Ndl.-Indien	1 013	1 483	1 939	1,0	1,3	1,3
Iran	388	1 260	1 396	0,4	1,1	1,0
Japan	1 298	1 521	1 267	1,2	1,3	0,9
Palästina	500	511	540	0,5	0,4	0,4
Brit.-Malaya	54	125	321	0,0	0,1	0,2
Siam	54	112	247	0,0	0,1	0,2
Sonst. asiat. Gebiete	355	607	524	0,3	0,5	0,4
Union v. Südafrika	1 247	1 681	3 176	1,2	1,4	2,2
Ägypten	1 144	1 228	998	1,1	1,1	0,7
Franz.-Marokko	202	241	243	0,2	0,2	0,2
Sonst. afrikan. Gebiete	468	540	819	0,4	0,4	0,6
Austral. Bund	545	962	1 327	0,5	0,8	0,9
Neuseeland u. sonst. Ld.	68	82	129	0,1	0,1	0,1
Zusammen Übersee	21 806	28 595	38 995	20,8	24,4	27,3

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr Januar—Juni 1937.
[2]) Zollanschlüsse Baden und Helgoland, Albanien, Brit. Bes. am und im Mittelmeer.
[3]) Innerhalb der Erdteile nach der Größe der Ausfuhr Januar—Juni 1937 geordnet.
[4]) Einschließlich Hongkong und Mandschukuo.

Glühlampen mit rd. 65% der Gesamteinfuhr. Hauptlieferländer waren die Niederlande, Ungarn, Belgien und Österreich, auf die fast 80% der Einfuhr entfallen.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Energiewirtschaftsgesetz.

Der Reichswirtschaftsminister hat eine „Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft (Energiewirtschaftsgesetz) vom 31. August 1937" herausgegeben, die die VDE-Vorschriften als Regeln der Elektrotechnik für die ordnungsmäßige Einrichtung und Unterhaltung elektrischer Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte anerkennt und die Prüfungs- und Instandsetzungspflicht elektrischer Energieanlagen und Energieverbrauchsgeräte in landwirtschaftlichen Betrieben und ländlichen Anwesen behandelt.

Die Verordnung ist auf S. 1016 dieses Heftes im Wortlaut veröffentlicht.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

Die „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen" VDE 0134 ist in gemeinsamer Arbeit von dem Verband der deutschen gewerblichen Berufsgenossenschaften und dem VDE einer Neufassung unterzogen worden.

Die Anleitung ist als VDE-Arbeit vom Vorsitzenden des VDE genehmigt und als Sonderdruck VDE 0134/1937 bei der Geschäftstelle des VDE zum Preise von RM 0,15 zu beziehen.

Ausschuß für Maschinen. Ausschuß für Transformatoren.

Die Ausschüsse für Maschinen und Transformatoren haben in den letzten Jahren eine Reihe von Änderungen und Ergänzungen an VDE 0530/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R. E. M." und an VDE 0532/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R. E. T." in Aussicht genommen, die nachstehend als Entwürfe veröffentlicht werden. Die Änderungen bzw. Ergänzungen betreffen zum Teil Fragen, die sowohl für Maschinen wie auch für Transformatoren von Bedeutung sind, z. B. die Prüfung von gebrauchten und ausgebesserten Maschinen und Transformatoren und die Wärmebeständigkeitsklassen der Isolierstoffe. Daher werden die Änderungen hier zusammen abgedruckt.

Außerdem sind die vorstehend erwähnten geänderten Bestimmungen für Maschinen und Transformatoren in Übereinstimmung mit dem in ETZ 58 (1937) S. 81, 108 und 139 veröffentlichten Entwurf zu VDE 0535 „Regeln für elektrische Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R. E. B." aufgestellt. Ferner sind die Arbeiten der Ausschüsse für Maschinen und Transformatoren bei der Internationalen Elektrotechnischen Commission (IEC), soweit möglich, berücksichtigt worden.

Der kleingedruckte Text stellt Erläuterungen zu den Vorschriften dar, die nur an dieser Stelle veröffentlicht werden. Es ist nicht beabsichtigt, diese Erläuterungen in das Vorschriftenbuch und in die Sonderdrucke zu übernehmen.

Einsprüche zu diesen Entwürfen sind bis zum 1. November 1937 an die Geschäftsstelle zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
i. V. Zimmermann

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Änderungen und Ergänzungen

zu

VDE 0530/1934

Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M.

§ 7.

Spannung und Strom.

Die letzten beiden Absätze werden durch folgende Neufassung ersetzt:

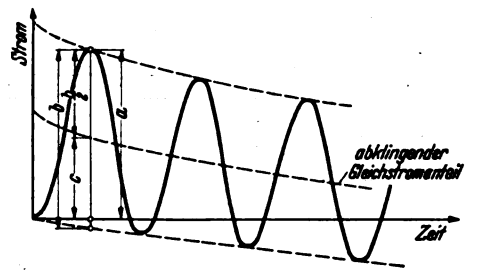
Stoßkurzschlußstrom ist der höchste Augenblickswert des Stromes, der bei plötzlichem Klemmenkurzschluß bei Leerlauferregung im ungünstigsten Schaltaugenblick auftreten kann.

Stoßkurzschluß-Wechselstrom ist der Wechselstromanteil des Stoßkurzschlußstromes. Er wird als Effektivwert angegeben.

Dauerkurzschlußstrom ist der Dauerstrom, der sich bei Klemmenkurzschluß und der dem Nennbetrieb entsprechenden Erregung einstellt.

Stoßkurzschluß-Verhältnis ist das Verhältnis des Stoßkurzschluß-Wechselstromes zum Nennstrom bei Klemmenkurzschluß des Generators. Dieses ist auch gleich dem Verhältnis der Nennspannung zur Stoß-Streuspannung.

Der Kehrwert dieses Verhältnisses heißt relative Stoß-Streuspannung.



a Stoßkurzschlußstrom $\frac{b}{2\sqrt{2}}$ Stoßkurzschluß-Wechselstrom
c Stoßkurzschluß-Gleichstrom

Abb. 1.

§ 27.

Prüfungen.

Die Prüfungen nach diesen Regeln sind nach Möglichkeit in den Werkstätten des Herstellers an der neuen trockenen, betriebsfertig eingelaufenen Maschine vorzunehmen. Prüfungen an anderen Orten sind dann zulässig, wenn auch dort die Gewähr für die richtige Messung und Beachtung der Vorschriften gegeben ist.

Maschinen sind mit ihren Lüftungsvorrichtungen zu prüfen.

Die Schutzart der Maschine darf für den Probelauf nicht geändert werden.

§ 35.

Erwärmungsmessung mit Thermometer.

Der vorletzte Absatz „Bei allen anderen Maschinen werden durch Anlegen von Thermometern .... maßgebend" erhält folgende Erweiterung:

Hierbei ist darauf zu achten, daß die Zeitkonstante des Thermometers hinreichend klein ist, um ein sicheres Messen der auftretenden Höchsttemperatur zu ermöglichen.

§ 38.

Wärmebeständigkeit der Isolierstoffe.

In Tafel III „Wärmebeständigkeitsklassen" wird „Lackdraht" aus Isolationsklasse A gestrichen und in Isolationsklasse B übernommen.

Digitized by Google

Der 3. Absatz der Anmerkungen zu Tafel III erhält folgenden Wortlaut:

Von einem brauchbaren Tränkmittel wird verlangt, daß es gute Isoliereigenschaften hat, daß es die Fasern vollständig einhüllt und sie aneinander und am Leiter haften läßt, daß es bei der zugelassenen Grenztemperatur nicht tropfbar weich wird und daß es wärmebeständig ist.

§ 40.

Isolierung aus verschiedenen Stoffen.

Ist die Isolierung eines Teiles der Maschine aus Isolierstoffen verschiedener Klassen geschichtet, so gilt für jede Schicht die Grenztemperatur des betreffenden Isolierstoffes, wenn es möglich ist, die von jeder einzelnen Schicht erreichte Temperatur zu messen. Liegt die weniger wärmebeständige Schicht außen, so genügt für diesen Nachweis die Thermometermessung der Außentemperatur. Dagegen gilt die Grenze der niedrigsten Grenztemperatur für den betrachteten Wicklungsteil, wenn die Messung der Temperatur jeder einzelnen Schicht nicht möglich ist.

Es kommt öfter vor, daß zwei verschiedene Isolierstoffe verschiedener Wärmebeständigkeit übereinander geschichtet verwendet werden, z. B. Baumwolle und Glimmer. In diesem Falle ist stets zu unterscheiden, ob es möglich ist, die Temperaturen der einzelnen Schichten zu messen. Im allgemeinen wird dies nicht möglich sein, und es gilt dann die Grenztemperatur des weniger wärmebeständigen Isolierstoffes.

Sind in einer Nut mehrere Drähte und besteht die Isolierung gegen Eisen aus einem Glimmerpräparat, die Isolierung der Drähte gegeneinander aus Baumwolle, so würde dieses letztere Material maßgebend sein für die zulässige Erwärmung. Würde dagegen die Isolierung der Drähte gegeneinander durch ein kombiniertes Material, z. B. Seidenglimmer mit etwa 35% Glimmer erfolgen, so wäre Klasse B als Temperaturgrenze maßgebend. Bei Stabankern ferner wird vielfach aus rein mechanischen Gründen eine Leinwandumwicklung oder eine Umwicklung mit Isolierband um den ganzen Stab ausgeführt, bevor die Isolation gegen Eisen angebracht wird. Dieses Band ist dann nicht maßgebend für die zu wählende Temperaturgrenze, wenn es nicht als Isolation wirkt. Glimmerröhren werden vielfach mit Rücksicht auf ihre Herstellung, Versendung und Lagerung außen mit einer Papierschicht umgeben. Letztere würde für die Wahl der Temperaturgrenze nicht maßgebend sein, wenn die Glimmerröhre so in die Nut eingebracht ist, daß bei Schadhaftwerden des Papiers eine Verringerung der Isolierung nicht eintritt.

Gemeinsame Verwendung von Isolationsklasse C mit A, letztere zum mechanischen Aufbau benutzt, gilt als Isolationsklasse B, wenn die Isolierung durch die für Klasse B zulässigen Temperaturen in dielektrischer und mechanischer Hinsicht dem dauernden Betrieb standhält.

Die Untersuchungen besonders an Isolierstoffen, bei denen Stoffe der Klasse A und C gemeinsam verwendet sind, haben gezeigt, daß die Temperaturabhängigkeit der dielektrischen Verluste mit zunehmendem Glimmergehalt, d. h. mit abnehmendem Gehalt an Bindemittel und Trägermaterial immer günstiger wird. Die Spannungsabhängigkeit der dielektrischen Verluste wird mit zunehmendem Glimmergehalt von einem bestimmten Prozentsatz ab wieder ungünstiger.

Es ist somit bei normaler Fabrikation für eine hinsichtlich Dauerhaltbarkeit gute Isolierung eine gewisse Grenze des Glimmergehaltes gegeben. Die jahrelangen praktischen Erfahrungen des Betriebes haben diese Werte zu rd. 35—45 Gewichtsprozenten im Nutenteil und rd. 30 Gewichtsprozenten im Spulenkopf ergeben. Da eine Beeinträchtigung der Dauerhaltbarkeit des Trägermaterials und des Bindemittels erst bei dauernder Temperatureinwirkung von rd. 150° an beginnt, so besteht gegenüber der für Klasse B festgelegten Grenztemperatur eine genügende Sicherheit.

Werden verschiedene Isolierstoffe in verschiedenen Teilen derselben Wicklung verwendet, so gilt für jeden dieser Teile die für den betreffenden Isolierstoff vorgeschriebene Grenztemperatur. Bei der Temperaturbestimmung aus der Widerstandszunahme gilt die für den wärmebeständigeren Isolierstoff zulässige Grenztemperatur, sofern die Thermometermessung am weniger wärmebeständigen Isolierstoff keine Überschreitung der für sie zulässigen Grenztemperatur ergibt.

Öfter wird die Isolierung des Nutenteils aus Isolierstoff nach Klasse B und diejenige des Spulenkopfes aus Isolierstoff nach Klasse A ausgeführt. In diesen Fällen ist es möglich, die in den getrennten Wicklungsteilen auftretenden Temperaturen zu messen, wobei die verschiedenen Grenztemperaturen zu berücksichtigen sind.

§ 41.

Zweierlei Isolationen.

Dieser Paragraph wird gestrichen.

§ 48.

Allgemeines.

Der bisherige Wortlaut wird durch folgenden Zusatz ergänzt:

Für die Prüfung der Isolation von ausgebesserten elektrischen Maschinen genügt im allgemeinen die Wicklungsprobe.

§ 50.

Wicklungsprobe.

Hinter dem 7. Absatz „Kurzschlußwicklungen brauchen nicht geprüft zu werden" wird folgender Zusatz aufgenommen:

Bei der Spannungsprüfung ausgebesserter Wicklungen ist der ausgebesserte Wicklungsteil, soweit möglich, zunächst der vollen Prüfspannung nach Tafel V auszusetzen. Bei der fertig eingebauten Wicklung ist die Wicklungsprobe mit einer Prüfspannung auszuführen, die innerhalb der Garantiezeit 80% und nach Ablauf der Garantiezeit 70% der Prüfspannung der neuen Maschine beträgt; die gleichen Bedingungen gelten für die Spannungsprüfung gebrauchter Maschinen.

Bei vollständiger Neuwicklung der Maschine wird die Wicklungsprobe mit der Prüfspannung für die neue Maschine ausgeführt.

Eine Wiederholung der bei der Abnahme vorgenommenen Wicklungsprobe soll vermieden werden; wird sie jedoch gewünscht, so soll sie mit 80% der Prüfspannungen nach Tafel V ausgeführt werden.

Für die Prüfspannung von Hochspannungs-Gleichstrommaschinen mit kleiner Leistung, die zur Erzeugung von Anodenspannungen und zur Isolationsprüfung dienen sollen, sind besondere Vereinbarungen zu treffen.

Der Abschnitt: „In Tafel V bedeutet *U* ... 3. bei Läuferwicklungen ..." erhält folgende Neufassung:

3. bei Läuferwicklungen von Asynchron-Motoren, die dauernd in einer Richtung umlaufen, die Läuferspannung; bei Umkehr-Asynchron-Motoren zum Antrieb von Werkzeug-Maschinen die 1,5-fache Läuferspannung;
bei Asynchron-Motoren mit hoher Schleuderdrehzahl zum Antrieb von Kranmotoren die 2,5-fache Läuferspannung.

In Tafel V „Prüfspannungen für die Wicklungsprobe" wird eine neue Spalte aufgenommen für Maschinen mit einer Nennleistung von 1 kW an und mit Spannungen bis 100 V; die Prüfspannung hierfür wird zu 1000 V festgesetzt.

§ 82.

Bemerkungen zu den Leistungsschild-Angaben.

Der 1. Absatz des Abschnittes „Zu 6." erhält folgende Fassung:

Bei Maschinen, die nur in einer Drehrichtung benutzt werden sollen und bei denen eine Änderung der Drehrichtung nur durch konstruktive Änderungen oder Änderung der inneren Maschinenschaltung möglich ist, ist der Drehzahlangabe

ein Pfeil mit Spitze nach rechts (→) für Rechtslauf,
ein Pfeil mit Spitze nach links mit davorgesetztem „nur" (nur ←) für Linkslauf

hinzuzufügen.

Der 2. Absatz des Abschnittes „Zu 7." erhält folgende Fassung:

Drehstrommotoren dürfen nur dann mit zwei Nennspannungen gestempelt werden, wenn sie sowohl in Stern- als auch in Dreieckschaltung betrieben werden können. Zu beiden Nennspannungen muß die jeweilige Schaltung (Sternschaltung, Dreieckschaltung) angegeben sein.

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

Änderungen und Ergänzungen

zu

VDE 0532/1934

Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.

§ 27.

Prüfungen.

Die Prüfungen nach diesen Regeln sind nach Möglichkeit in den Werkstätten des Herstellers an dem neuen trockenen betriebsfertigen Transformator vorzunehmen. Prüfungen an anderen Orten sind dann zulässig, wenn auch dort die Gewähr für die richtige Messung und Beachtung der Vorschriften gegeben ist.

Betriebsmäßige Abdeckungen, Ummantelungen, ferner Regendächer u. dgl. dürfen bei den Prüfungen nicht geöffnet oder geändert werden. Transformatoren für Fremdlüftungen sind mit den Vorrichtungen für diese zu prüfen.

Digitized by Google

§ 38.

Erwärmungsmessung mit Thermometer.

Der 1. Absatz erhält folgende Erweiterung:

„Hierbei ist darauf zu achten, daß die Zeitkonstante des Thermometers hinreichend klein ist, um ein sicheres Messen der auftretenden Höchsttemperatur zu ermöglichen."

§ 41.

Wärmebeständigkeit der Isolierstoffe.

In Tafel V „Wärmebeständigkeitsklassen" wird „Lackdraht" (nicht unter Öl) aus Isolationsklasse A gestrichen und in Isolationsklasse B übernommen.

Der 4. Absatz der Anmerkungen zu Tafel V erhält folgenden Wortlaut:

„Von einem brauchbaren Tränkmittel wird verlangt, daß es gute Isoliereigenschaften hat, daß es die Fasern vollständig einhüllt und sie aneinander und am Leiter haften läßt, daß es bei der zugelassenen Grenztemperatur nicht tropfbar weich wird und daß es wärmebeständig ist."

§ 43.

Isolierung aus verschiedenen Stoffen.

Gemeinsame Verwendung von Isolationsklasse C mit A, letztere zum mechanischen Aufbau benutzt, gilt als Isolationsklasse B, wenn die Isolierung durch die für Klasse B zulässigen Temperaturen in dielektrischer und mechanischer Hinsicht dem dauernden Betrieb standhält.

Die Untersuchungen besonders an Isolierstoffen, bei denen Stoffe der Klasse A und C gemeinsam verwendet sind, haben gezeigt, daß die Temperaturabhängigkeit der dielektrischen Verluste mit zunehmendem Glimmergehalt, d. h. mit abnehmendem Gehalt an Bindemittel und Trägermaterial immer günstiger wird. Die Spannungsabhängigkeit der dielektrischen Verluste wird mit zunehmendem Glimmergehalt von einem bestimmten Prozentsatz ab wieder ungünstiger.

Es ist somit bei normaler Fabrikation für eine hinsichtlich Dauerhaltbarkeit gute Isolierung eine gewisse Grenze des Glimmergehaltes gegeben. Die jahrelangen praktischen Erfahrungen des Betriebes haben diese Werte zu rd. 35—45 Gewichtsprozenten im Nutenteil und rd. 30 Gewichtsprozenten im Spulenkopf ergeben. Da eine Beeinträchtigung der Dauerhaltbarkeit des Trägermaterials und des Bindemittels erst bei dauernder Temperatureinwirkung von rd. 150° an beginnt, so besteht gegenüber der für Klasse B festgelegten Grenztemperatur eine genügende Sicherheit.

§ 44.

Geschichtete Stoffe.

Dieser Paragraph wird gestrichen.

§ 45.

Zweierlei Isolationen.

Dieser Paragraph wird gestrichen.

§ 46.

Allgemeines.

Der bisherige Wortlaut wird durch folgenden Satz ergänzt:

„Für die Prüfung der Isolation von ausgebesserten Transformatoren genügt im allgemeinen die Wicklungsprobe."

§ 47.

Wicklungsprobe.

Hinter dem 5. Absatz wird folgender Zusatz aufgenommen:

„Bei der Spannungsprüfung ausgebesserter Wicklungen ist die Wicklungsprobe mit einer Prüfspannung auszuführen, die innerhalb der Garantiezeit 80% und nach Ablauf der Garantiezeit 70% der Prüfspannung des neuen Transformators beträgt. Die gleichen Bedingungen gelten für die Spannungsprüfung gebrauchter Transformatoren.

Bei vollständiger Neuwicklung des Transformators wird die Wicklungsprobe mit der Prüfspannung für neue Transformatoren ausgeführt.

Eine Wiederholung der bei der Abnahme vorgenommenen Wicklungsprobe soll vermieden werden, wird sie jedoch gewünscht, so soll sie mit 80% der Prüfspannungen nach Tafel VII ausgeführt werden.

§ 69.

Zulässige Abweichungen.

In der Tafel XIII „Toleranzen" ist die 2. Reihe durch folgende Neufassung zu ersetzen:

2	Kurzschlußverlust nach § 53 a) im betriebswarmen Zustand (§ 26) . . . b) bei Umrechnung auf 75°	 15% 10%

§ 77.

Grenzwerte.

Der 1. Satz erhält folgende Neufassung:

Für luftgekühlte Drehtransformatoren gelten die gleichen Werte wie für Asynchronmotoren (siehe §§ 31 bis 40 von VDE 0530/1934).

Sitzungskalender.

VDE Bezirk Nord-Sachsen, Leipzig. a). 18. 9. (Sa): Besichtigung der Saaletalsperre am Bleiloch. Abfahrt mit Autobus 12^{15}, Fahrtkosten 7 RM. b). 22. 9. (Mi), 20^{00}, Grassimuseum: „Betriebserfahrungen mit Kathodenfallableitern". Dr.-Ing. von Borries VDE.

VDE Bezirk Thüringen, Erfurt. 24. 9. (Fr), 20^{00}, Münchener Bürgerbräu: „Elektrowerkzeuge, ihre Behandlung und Anwendung" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. H. Fein VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

H. Beck †. Im Alter von 59 Jahren verschied an einem Herzschlag Herr Ing. Heinrich Beck VDE. Nach seiner beruflichen Ausbildung am Polytechnikum Hildburghausen und an der Technischen Hochschule Charlottenburg erregte sein besonderes Interesse der elektrische Lichtbogen, ein Gebiet, dem Beck fast sein ganzes Leben gewidmet hat. Zur industriellen Auswertung seiner selbstregelnden Flammenbogenlampe gründete er in Frankfurt a. M. die Deutsche Beck-Bogenlampen-Gesellschaft, der später mehrere Tochtergesellschaften im Ausland folgten. Bei Ausbruch des Weltkrieges weilte Beck in Amerika, wo er während seiner Internierung zusehen mußte, wie sich die ganze Welt seiner durch den Krieg freigewordenen Patente bediente. Heute werden für alle Bogenlampen besonders für Scheinwerfer nur noch mit Metallsalzen gedochtete Kohlen[1]) (Beckscher Effekt) angewendet. — Alle die mit diesem bescheidenen und gütigen Menschen zusammenarbeiten durften, werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

H. Beck.

[1]) H. Beck, ETZ 42 (1921) S. 993.

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Netzverstärkung durch Kondensatoren.

621. 319. 4. 004. 14 : 621. 311. 153.

Die von mir in H. 26 der ETZ d. J. auf S. 709 gebrauchten, in der Kraftübertragungstechnik üblichen Begriffe Wirkfall und Blindfall befinden sich nicht in voller Übereinstimmung mit den Festsetzungen des AEF über „Spannungsverschiedenheiten in der Starkstromtechnik[1])". Um Mißverständnisse auszuschließen, weise ich ergänzend darauf hin, daß mit diesen Bezeichnungen die „Wirkstrom-Komponente des Längsfalles" (in Abb. 1 meines Aufsatzes auf S. 709 ΔU_R) und seine „Blindstrom-Komponente" ($\Delta U_B = k \cdot x \sin\varphi$; in der gleichen Abbildung ΔU_X) gemeint sind. Dabei sind (für Drehstrom):

$$RI_w\sqrt{3} = \frac{N_w R}{U_2} \quad \text{„Wirkstrom-Komponente"}$$
$$XI_b\sqrt{3} = \frac{N_b X}{U_2} \quad \text{„Blindstrom-Komponente"}$$

} des Längsfalles,

R ohmscher, X induktiver } Leitungswiderstand,

I_w Wirkstrom, N_w Wirkleistung,

I_b Blindstrom, N_b Blindleistung,

U_2 Spannung am Ende der Leitung.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 951.

Digitized by Google

Beide Komponenten setzen sich — vgl. die folgende Abb. 1 — algebraisch zum gesamten Längsfall

$$U_L = \frac{N_w R + N_b X}{U_2}$$

[vgl. a. Gl. (1) meines Aufsatzes auf S. 710] zusammen.

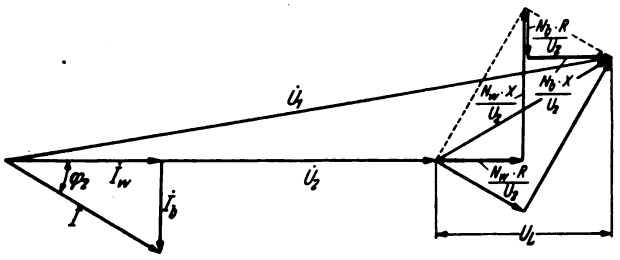


Abb. 1. Spannungsdiagramm einer Drehstromleitung mit induktiver Last am Ende (Bezeichnungen nach ETZ 56 (1935) S. 951).

Auma, den 19. 7. 1937. Hermann Schulze VDE.

SCHRIFTTUM.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Das Fernsehen. Rundgang durch die Sonderschau „Das Fernsehen" im Deutschen Museum. Von Dr. F. Fuchs. Mit 30 Abb. u. 47 S. im Format 135×190 mm. Herausg. vom Deutschen Museum, München 1937. Preis kart. 0,50 RM.

[Dieses Büchlein als Wegweiser durch die Sonderschau des Deutschen Museums, vermittelt eine klare Einsicht in die lebendige Welt dieser jüngsten und interessantesten Übertragungsart.]

Feinmechanische Fertigung. VDI-Sonderheft. Mit 112 Abb. u. 36 S. im Format A 4. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 3,50 RM.

[Das Sonderheft enthält neun Aufsätze, die das Arbeitsfeld des neugegründeten Ausschusses für feinmechanische Technik der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure kennzeichnen sollen. Die Arbeiten geben einen Überblick über Arbeitsbereich, Arbeitsverfahren, Fachschulung und Schrifttum.]

Deutscher Maschinenbau 1837—1937 im Spiegel des Werkes Borsig. Herausgegeben von der Rheinmetall-Borsig A. G.

[Von 100jährigem Werden und Wachsen eines in aller Welt bekannten und angesehenen Werkes kündet diese prachtvoll ausgestattete Denkschrift, die einen interessanten Querschnitt darstellt durch die Entwicklung des Maschinenbaues aus seinen Anfängen bis heute.]

Electrolytic condensers, their properties, design and practical uses. Von Ph. R. Coursey. Mit 112 Abb., VIII u. 172 S. im Format 145×220 mm. Verlag von Chapman & Hall Ltd., London 1937. Preis geb. 10 s. 6 d.

Höhere Mathematik für Mathematiker, Physiker und Ingenieure. Von Prof. Dr. R. Rothe, unter Mitwirkg. v. Stud.-Rat O. Degosang. Teil IV: Übungsaufgaben mit Lösungen. Formelsammlung. 4. Heft: Unendliche Reihen. Vektorrechnung nebst Anwendungen. Mit 28 Abb. u. 106 S. im Format 130×205 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1937. Preis geh. 2,40 RM.

Gleichstromtechnik. (Elektrotechnische Lehrbücher Bd. 1.) Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland unter Mitwirkung von Dr.-Ing. F. Haberland. 3. neubearb. Aufl. Mit 115 Abb., VIII u. 104 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 2,40 RM.

Magnetismus und Wechselstromtechnik. (Elektrotechnische Lehrbücher Bd. 2.) Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland unter Mitwirkung von Dr.-Ing. F. Haberland. 3. neubearb. Aufl. Mit 202 Abb., VIII u. 180 S. im Format A5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 2,90 RM.

Die Führungstruppe der Wehrmacht. Die Nachrichtentruppen in Krieg und Frieden. Herausg. v. Hauptmann d. R. Hellmut Blume. Mit zahlr. Abb. u. 200 S. im Format 170×240 mm. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Berlin, Leipzig 1937. Preis geh. 4,80 RM, geb. 5,80 RM.

Recueil de Travaux publiés à l'occasion du quatrième centenaire de la fondation de l'université, Juin 1537. Herausg. v. Université de Lausanne, Ecole d'Ingénieurs. Mit zahlr. Abb. u. 269 S. im Format 165×240 mm. Verlag F. Rouge & Cie. S. A., Lausanne 1937.

Fundamentals of Engineering Electronics. Von Prof. W. G. Dow. Mit 200 Abb., 16 Taf., XIII u. 604 S. im Format 145×227 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London u. John Wiley & Sons, New York 1937. Preis geb. 25 sh.

„Hütte" Taschenbuch der Stoffkunde (Stoffhütte). Herausg. v. Akademischen Verein Hütte e. V., bearb. unter Mitwirkg. führender Fachmänner von Dr.-Ing. G. Sinner. 2. neubearb. Aufl. Mit zahlr. Abb., XIX u. 1008 S. im Format 130×185 mm. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1937. Preis geb. in Leinen 24 RM, in Leder 27 RM.

Eingegangene Doktordissertationen.

Walter Appuhn, Einrichtung zur Verminderung der Lichtwelligkeit bei wechselstrom-betriebenen Metalldampf-Leuchtröhren T. H. Dresden 1936.

Tsonge Shih, Das Rauschen der Elektronenröhren bei Selbsterregung. T. H. Dresden 1937.

Melchior Andritzky, Dampfkosten bei großen Rohbraunkohle-Elektrizitätswerken in den Jahren 1915 bis 1930. T. H. Berlin 1936.

Eugen Bundschuh, Biologische Abwasserreinigung. Ein Beitrag zur Ermittlung von Leistung und Wirtschaftlichkeit der bestehenden Verfahren. T. H. Berlin 1936.

Horst Busch, Die Wasserstoffreduktion der schwer reduzierbaren Oxyde Cr_2O_3 und V_2O_5 als Mittel zur Herstellung von korrosionsbeständigen Legierungen. T. H. Berlin 1934.

Rudolf Götze, Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit von Abwasserklärverfahren in drei deutschen Städten mit 55 000, 30 000 und 20 000 Einwohnern. T. H. Berlin 1936.

Gerhard Graf, Untersuchung der Entionisierung in Quecksilberdampfentladungsgefäßen. T. H. Berlin 1936.

Friedrich Johswich, Über die Verkokungswärme von Steinkohlen verschiedenen Feuchtigkeitsgrades und von Kohlegemischen. T. H. Berlin 1932.

Erich Kramm, Die Trockenaufbereitung von unreiner, insbesondere sandiger Braunkohle. T. H. Berlin 1936.

Hans Krügel, Preisdifferenzierung. T. H. Berlin 1936. (Diese Arbeit erscheint als Buch bei der Otto Elsner Verlagsgesellschaft, Berlin).

Karl-Joachim Umpfenbach, Kalorimetrisches Verfahren zur Wirkungsgrad-Bestimmung an Wasserturbinen. T. H. Berlin 1935.

Adolf Schmid, Die Wirkungsweise der Ringmodulatoren. T. H. Berlin 1936.

Georg Ludwig, Untersuchungen zur Verbesserung des Aschenschmelzverhaltens verschiedener Kohlen. T. H. Hannover 1937.

Erich Schoene, Änderung des elektrischen Widerstandes bei Eisen-Chrom-Aluminium-Heizleitern für Temperaturen bis 1300°. T. H. Hannover 1937.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. K. Töfflinger VDE, Berlin N 20, Bornholmer Str. 51.
Dipl.-Ing. K. Sauermann VDE, Braunschweig, Kasernenstr. 30 I.
Dr.-Ing. F. Bergtold, München 19, Hindenburgstr. 61.
Abt.-Direktor M. Langer VDE, Berlin-Hermsdorf, Roedernstr. 1–3.

Abschluß des Heftes: 19. September 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 23. September 1937** **Heft 38**

Elektrische Regelfragen in Industriekraftanlagen und -netzen.

Von E. Courtin VDE, Kassel.

621. 311. 072 : 66/69

*Übersicht**). Die Anwendung der Regelgeräte in Industriekraftanlagen wird behandelt und zunächst eingegangen auf die Regelung der Spannung und Blindlastverteilung und auf den Ausgleich von Spannungsabfällen durch Regelumspanner oder Kondensatoren bei allein arbeitenden Industriekraftwerken. Der Einsatz der Regelumspanner zum willkürlichen Austausch von Blindleistung zwischen mehreren Industriekraftwerken wird beschrieben. Die Regelrelais dienen der Stufenschaltung. Starre Frequenzhaltung wird durch Isodromvorrichtung erreicht. Die Ausführungsformen der Regelung der Übergabe-, Wirk- und Blindleistung bei Industriekraftwerken mit Überlandanschluß und das Verhalten der Regler bei Nullregelung und Netztrennung werden näher dargelegt.

In Netzen und Kraftanlagen der öffentlichen Elektrizitätsversorgung werden elektrische Regeleinrichtungen in großem Maße und mit allen Verfeinerungen der heutigen Technik angewandt. Diese Regeleinrichtungen lassen sich auch vorteilhaft in Industrieanlagen anwenden, sie müssen allerdings wesentlich einfacher sein, denn Industriebetriebe verfügen meist nicht über hierfür ausgebildete Facharbeiter. Die elektrischen Regeleinrichtungen bringen besonders bei Überlandnetzanschluß durch gleichmäßigeren Energieaustausch wirtschaftliche Vorteile; durch Vereinfachung der Bedienung sind sie jedoch auch dem allein arbeitenden Werk von großem Nutzen. Bestimmte Störungen werden durch selbsttätiges Eingreifen von Reglern vermieden oder in ihren Auswirkungen abgeschwächt.

1. Allein arbeitendes Industriekraftwerk.

Beginnen wir mit der für sich allein arbeitenden Industriekraftanlage mit Verteilungsnetz, wobei als Antrieb der Stromerzeuger Dampfturbinen und als Betriebsspannung der Stromerzeuger und des Werkkabelnetzes 3- bis 10 kV-Drehstrom vorausgesetzt seien.

Größere Stromerzeuger ohne Spannungsregelung durch Schnellregler sind heute kaum denkbar. Die Industrie bevorzugt eine starre Sammelschienenspannung in der Kraftanlage, um bei den geringen Spannungsabfällen in den Kabelstrecken alle Verbraucher, besonders die spannungsempfindlichen, wie Elektrolysen, Öfen, hochbelastete Motoren und Kondensatorbatterien praktisch mit gleicher Spannung zu betreiben.

Die gebräuchlichsten Reglerarten sind der Wälzregler, der Tirillregler, der Thomaregler und für kleinere Maschinen der Kohledruckregler und Kohlewiderstandsregler. Die hohe Genauigkeit dieser astatischen Regler (etwa ± 1 %) wird ausgenutzt; die Schnelligkeit der Regler wird besonders in Bergwerks- und Hüttenbetrieben, in welchen durch Schrapper- und Fördermaschinenantriebe bzw. Walzwerksantriebe und Elektrostahlöfen plötzliche Laststöße auf den Stromerzeuger treffen, voll in Anspruch genommen. Diese Stöße sind im wesentlichen Wirklaststöße und treten schnell und unregelmäßig auf, erfordern jedoch zum Ausregeln bekanntlich nur eine geringe Änderung der Erregung der Synchronmaschine, so daß die Regelzeit stets klein bleibt. Starke Erregungsänderungen erfordern dagegen Blindlaststöße, wie sie beim Anfahren größerer Drehstrommotoren mit Mehrnut- oder Stromdämpfungsläufer oder

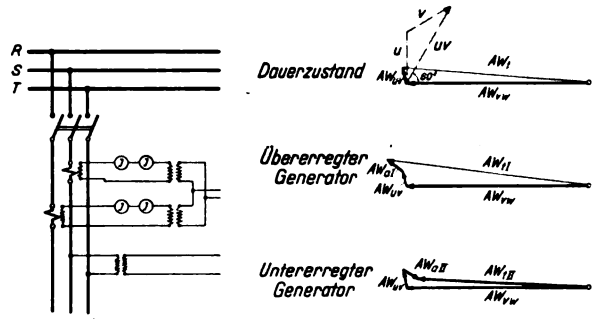


Abb. 1. Schaltbild und Regelschaubild für 60°-Schaltung, cos φ = 0,8.

bei schneller Betätigung der Gittersteuerung von Großgleichrichtern auftreten. Die Regelgeschwindigkeit des Reglers ist hier durch die magnetische Trägheit des Läufers des Stromerzeugers begrenzt, welche eine schnellere Änderung des Erregerstromes verhindert. Zwar sind Stoßerregungseinrichtungen bekannt und im Betrieb, welche durch plötzliches Anlegen einer hohen Erregerspannung an den Läufer für kurze Zeit eine schnelle Änderung des Erregerstromes erzwingen, sie sind jedoch ziemlich verwickelt und haben sich daher in der Industrie nicht einführen können.

Man verkürzt die Regelzeit für Blindlaststöße am einfachsten, indem man alle Stromerzeuger (auch solche von Gegendruckturbinen) mit Spannungsreglern versieht, denn die notwendige Änderung der Erregung wird dadurch auf mehrere Stromerzeuger verteilt; jeder hat nur einen seiner Nennleistung entsprechenden Anteil der Blindlaständerung zu übernehmen. Ein Parallelbetrieb der mit astatischen Spannungsreglern versehenen Stromerzeuger bei einstellbarer Blindlastverteilung wird aber erst durch eine Stabilisierung mit Hilfe der Ausgleich-Blindströme der Stromerzeuger in 90 °-Schaltung möglich gemacht. Der Strom kann durch eine besondere Stromspule oder durch einen Widerstand vor der Spannungsspule auf den Regler einwirken[1]). Hierbei ergibt sich bei Leistungsfaktoren von 0,7 bis 0,8 eine Spannungs-

*) Verkürzter Abdruck eines Vortrages, gehalten am 5. 2. 1937 vor dem VDE-Bezirk Nordhessen in Kassel.

[1]) M. Jackwirth, AEG-Mitt. (1925) H. 7, S. 225.

Digitized by Google

änderung von etwa 3 % zwischen Leerlauf und Vollast. Man kann diese durch Verschiebung des Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung mittels eines zweiten Zwischenwandlers (60 °-Schaltung)[2]) oder mittels eines festen Widerstandes und einer regelbaren Drosselspule (Statikausgleicher) auf praktisch Null bringen und hat wieder die erwünschte starre Sammelschienenspannung. Abb. 1 zeigt die 60 °-Schaltung. Diese Schaltungen ändern an der Einfachheit der Bedienung nichts; fällt ein Stromerzeuger aus, so halten die übrigen weiter die Spannung, soweit die Maschinenleistung ausreicht. Besonders hat sich die Betriebsweise bewährt, die Regler beim Abstellen der Maschine nicht herauszunehmen. Beim Anfahren der Turbine ist dann nur bei geringer Drehzahl der Entregungsschalter einzulegen. Mit steigender Drehzahl erscheinen Erregerstrom und schließlich die Klemmenspannung, welche dann vom Regler begrenzt wird. Das Parallelschalten vereinfacht sich dadurch und ist in kürzester Zeit durchzuführen, die Regler erfordern praktisch keine Bedienung, dadurch kann auch in Störungsfällen nichts verkehrt gemacht werden.

Treten bei entfernten Verbrauchern größere Spannungsabfälle auf, so können diese durch Zusatzregelumspanner oder durch Blindleistungserzeuger ausgeglichen werden. Der stufenlose Induktionsregler ist heute durch den feinstufigen Zusatzregelumspanner verdrängt worden, die Gründe dafür sind: geringerer Preis, keine Phasenverschiebung, keine mechanisch hochbeanspruchten Teile, einfachere Kühlung und Schaltung.

Für Durchgangsleistungen bis etwa 1000 kVA stehen heute Zusatzregelumspanner in Sparschaltung mit einfachem Regelschalter für Stufenschaltung oder praktisch stufenloses Schalten je nach den Bedürfnissen in verschiedenen Bauarten zur Verfügung. Gewöhnlich genügt Handeinstellung in längeren Zeitabständen, und dann ist die billigere Anordnung mit wenig Stufen angebracht. Muß dagegen selbsttätig geregelt werden, so empfiehlt sich die stufenlose Regelung, denn dann ist der Regelvorgang verhältnismäßig einfach. Als Regelorgan genügt ein Spannungsregelrelais; Überregeln wird vermieden durch Verbindung des Relais mit einem Impulsgeber mit von der Abweichung vom Sollwert abhängiger Impulszeit, welcher im dritten Abschnitt näher beschrieben wird. Einfachere Anordnungen verwenden ein Spannungsregelrelais und ein Zeitrelais. Bei einer neueren Anordnung[3]) mit stufenlosem Umspanner wird dem Antriebsmotor des Regelschalters durch eine Kippschaltung mit Parallelschaltung von Eisendrossel und Kondensator eine Spannung für Lauf in einer oder der anderen Richtung in Abhängigkeit von der Abweichung der Spannung vom Sollwert zugeführt. Das Regelrelais wird dabei erspart; diese Regelung ist bemerkenswert durch das Fehlen jeglicher Kontakte. Ist der Spannungsabfall vorwiegend durch Blindlast hervorgerufen und überlastet die Blindlast gleichzeitig die Umspanner und Kabel, so ist der Einsatz eines Blindstromerzeugers — heute fast ausschließlich einer Kondensatorbatterie — zweckmäßig.

Wählt man die Kapazität so, daß die Batterie mehr als die im Abzweig benötigte Blindleistung aufbringt, so werden auch die ohmschen Spannungsabfälle aufgehoben[4]). Meist wird man ohne Zu- und Abschalten einzelner Kondensatoren auskommen können. Bei starken Unterschieden schaltet man einzelne Gruppen durch ein Regelrelais, das vom Leistungsfaktor abhängig ist, zu und ab. Diese Regelung muß grobstufig sein und eine Verzögerung in der Größenordnung von Minuten haben, um unnötiges Hin- und Herschalten bei kurzzeitigen Lastschwankungen zu verhindern.

Neben der Stabilisierung der Spannungsregler der Stromerzeuger kann man sie noch überkompoundieren, um die Spannung an einer besonders wichtigen Stelle im Netz gleichzuhalten. Hierzu wird die Summe der Ströme der dortigen Verbraucher gebildet und den Reglern in der Kraftanlage zugeführt.

Die Spannungsregler der Stromerzeuger stellen bei Kurzschlüssen im Netz die höchste Erregung und den höchsten Dauerkurzschlußstrom ein. Viele Industrienetze müssen wegen der Zeitstaffelung hintereinander liegender Verteilungsanlagen mit Relaiszeiten von 5 s und mehr arbeiten. Dadurch werden leicht Kabel und Wandler im Kurzschluß thermisch überbeansprucht. Durch den Kurzschlußstrombegrenzer als Zusatzregler zum Spannungsregler läßt sich das vermeiden[5]). Im gewöhnlichen Betrieb ruht er, im Störungsfalle drückt er den Dauerkurzschlußstrom durch Senkung des Erregerstromes auf wenig mehr als den Nennstrom des Stromerzeugers. Den Stoßkurzschlußstrom kann ein solcher Regler nicht verringern. Damit nun dieser Regler bei Überlast nicht anspricht — denn der Spannungsregler soll die volle Spannung halten —, ist er von Spannung und Strom abhängig gemacht[6]). Bei sattem Kurzschluß — Spannung Null — regelt er beispielsweise auf etwa Nennstrom, bei Überlast — Spannung 80 bis 100 % — würde erst der dreifache Nennstrom den Regler zum Ansprechen bringen, er bleibt also in Ruhe. Auch auf entfernte Kurzschlüsse spricht der Regler nicht an — die Grenze liegt bei einer numerischen Kurzschlußentfernung von $a = 3$ —, bei diesen ist sowohl der Kurzschlußstrom als auch die Kurzschlußzeit und somit die thermische Beanspruchung gering. Meist werden solche Regler in allein arbeitenden Netzen mit schwachen Anlageteilen angewendet und dort, wo für Kursschlußdrosselspulen kein Platz ist; ihr Einbau ist meist als Übergangsmaßnahme anzusehen. Hat das Netz einen Selektivschutz mit Überstromanregung und sind in der Kraftanlage Kurzschlußstrombegrenzer eingebaut, so können diese in Zeiten schwachen Maschineneinsatzes durch ein vom Maschineneinsatz abhängiges Relais unwirksam gemacht werden, so daß der Kurzschlußstrom den Mindestwert der Anregeglieder nicht unterschreitet[7]). Man kann diese Sperrung auch von der Betriebsimpedanz des Netzes abhängig machen.

2. Zusammenarbeiten mehrerer Industriekraftwerke.

Hat ein größeres Werk mehrere Kraftanlagen oder sind mehrere Werke mit der Erzeugerspannung oder mit einer höheren Übertragungsspannung gekuppelt, so möchte jedes Werk seine Sammelschienenspannung gleich-

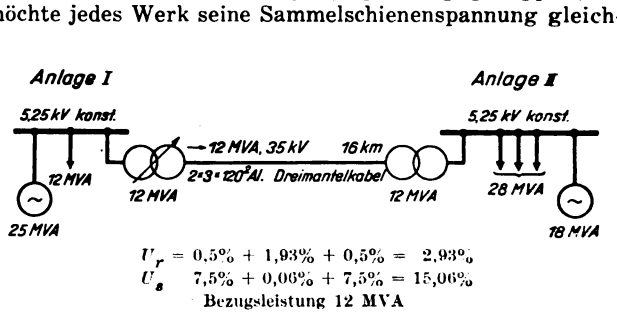


Abb. 2. Spannungsabfälle bei Kraftübertragung mit Kabeln.

halten. Es kann dies auch ohne Änderung in der Spannungsregelung; auch läßt sich Wirkleistung bis zur Grenze der Durchgangsleistung von Umspannern und Leitungen zwischen den Werken austauschen, dagegen stellt sich dann eine ganz bestimmte Blindleistung ein. Betrachten wir die beiden Kraftanlagen in Abb. 2 mit der Kabelübertragung und den Umspannern, so ergibt sich bei voller Übertragungsleistung und $\cos\varphi = 1$ bzw. 0,8 das Spannungsschaubild der Abb. 3. Führt man dies für verschiedene Leistungsfaktoren durch und trägt die

[2]) DRP. 467 838 und 476 671.
[3]) W. Krämer, VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 128.
[4]) E. Bornitz, AEG-Mitt. (1936) H. 4, S. 146.
[5]) E. Courtin, AEG-Mitt. (1931) H. 7, S. 419. — Stahl u. Eisen 51 (1931) H. 23, S. 701.
[6]) DRP. 476 347.
[7]) DRP. 631 988.

Digitized by Google

Spannungsabfallgeraden hierfür von Leerlauf bis Vollast ein, so erhält man für gleichgehaltene Wirkleistungen (diese sind unabhängig) die Wirkleistungslinien. Einer bestimmten Wirkleistung und einem bestimmten Spannungsunterschied entspricht zwangsläufig eine bestimmte Blindleistung, sofern der Netzscheinwiderstand unverändert bleibt. Die Blindleistungslinie zeigt die praktisch lineare Abhängigkeit der Blindleistung vom Spannungsunterschied, nur im Anfang besteht eine geringe Abhängigkeit von der Wirkleistung. Aus Abb. 3 ist die be-

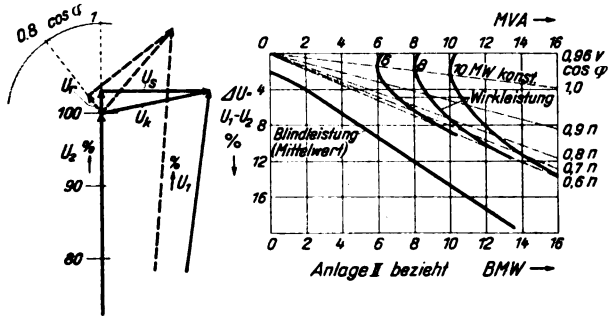


Abb. 3. Wirkleistung, Spannung und Blindleistung bei Kraftübertragung mit Kabeln.

kannte Lehre zu entnehmen, daß Kupplungsumspanner bei außergewöhnlichen Spannungsverhältnissen überlastet werden und daher reichlich ausgelegt werden sollten. Werden die Spannungen an beiden Enden gleich gehalten, so ist eine willkürliche Einstellung der Blindleistung einfach durch Ausbildung eines Leistungsumspanners als Regelumspanner oder durch einen Zusatzregelumspanner entsprechender Durchgangsleistung möglich, Regelrelais sind nicht nötig. Auch die Größe der Zusatzspannung und die Auswahl der Stufenzahl sowie die Stufenblindleistung sind im Schaubild abzugreifen. Die Anzeigevorrichtung für die Stufen kann also in BkW eingeteilt sein. Eine Blindleistungsregelung ist am Platze, wenn aus irgendwelchen Gründen die Spannung in einer Kraftanlage schwankt und eine bestimmte Blindleistung zu übertragen ist. Soll die Blindleistung in beiden Richtungen übertragen werden können, so muß der volle Regelbereich nach beiden Seiten am Umspanner vorgesehen sein.

Ähnliche Verhältnisse wie die eben behandelten treten auf, wenn zwischen zwei in einem Werk über mehrere Kabel verbundene Kraftanlagen aus Gründen der Kurzschlußstrombegrenzung eine Kurzschlußdrosselspule mit hoher Kurzschlußspannung und entsprechender Durchgangsleistung eingeschaltet wird. Hier muß für den willkürlichen Austausch von Blindleistung ein Zusatzregelumspanner der Spule vorgeschaltet werden.

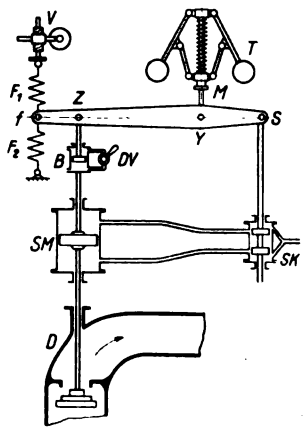
Die gebräuchlichsten Schaltungen größerer Zusatzregelumspanner sind die Sparschaltung mit oder ohne Umkehrwicklungen und die Anwendung eines Erregerumspanners in Sparschaltung, welcher einen festen Zusatzumspanner speist. Die Zuleitung zu diesem und damit die Zusatzspannung kann umgekehrt werden, beide Umspanner werden zusammengebaut. Zusatzumspanner sind gewöhnlich nicht kurzschlußsicher und müssen entsprechend geschützt werden. Die Stufenregelschalter größerer Leistung werden durch Motorantrieb ferngesteuert. Das Überschalten auf die nächste Stufe geschieht je nach Bauart stufenweise oder schlagartig, in den Zwischenstellungen werden Drosseln oder Widerstände eingeschaltet. Gemeinsam ist allen Stufenregelschaltern, daß der Schaltvorgang von der Kontaktgabe des Steuergerätes bis zur Umschaltung auf die Nachbarstufe 2 bis 10 s dauert. Meist tritt der Spannungssprung am Ende auf, und hierin liegt für die Regelrelais eine Erschwerung gegenüber stufenloser Regelung.

Ein Regelrelais für Spannung oder Blindleistung, welches den Stufenschalter eines Regelumspanners steuert, sollte daher folgenden Bedingungen genügen:

1. Seine Unempfindlichkeit muß einstellbar und größer als die Stufenspannung des Regelumspanners sein, andernfalls würde das Relais nie zur Ruhe kommen und unnötiges Hin- und Herschalten verursachen.
2. Eine Rückführung muß nach Kontaktgabe dem Relais den Zustand nach dem Schalten des Regelumspanners vortäuschen, damit es sich richtig in die neue Lage einstellt und keinen weiteren verkehrten Regelimpuls gibt. Das gleiche wird mit einer Zwangspause nach jedem Schaltvorgang erreicht (unechte Rückführung).
3. Die Ansprechzeit des Regelrelais soll annähernd umgekehrt proportional der Abweichung des Istwertes vom Sollwert nach Überschreitung der Unempfindlichkeit sein. Sie kann nach oben und unten begrenzt werden.

Für stufenweise Regelung der Spannung wird bei einem Spannungsrelais[8]) der Istwert durch einen Ferarismotor, der Sollwert durch einen Synchronmotor dargestellt, die Differenz der Drehzahlen stellt die Abweichung vom Sollwert dar und wird durch ein Differentialgetriebe herausgesiebt und auf einen Schwenkarm übertragen, der nach einem einstellbaren Weg den Kontakt schließt, die Ansprechzeit ist somit umgekehrt proportional der Abweichung der Spannung vom Sollwert. Die Unempfindlichkeit ist einstellbar, nach jeder Schaltung folgt eine Zwangspause. In Industrieanlagen mit schwankender Frequenz ersetzt man zweckmäßig den Synchronmotor durch einen Ferarismotor mit vorgeschaltetem Eisenwiderstand, für Blindleistungsregelung kommen Blindleistungs-Ferarismotoren zur Anwendung.

Bei einem anderen Relais für Stufenregelung[9]) wirkt ein von der Spannung oder Blindleistung abhängiges Drehmeßwerk gegen eine Feder. Nach Überwindung der einstellbaren Unempfindlichkeit wird die Bewegung auf eine von zwei Spannungstriebkernen beeinflußte Ferarisscheibe übertragen; vor der Kontaktgabe wirken die



T Tachometer
M Muffe
V Drehzahlverstellung
SK Steuerkolben
SM Servomotor
D Dampfeinlaßventil
F_1, F_2 Federn
B Ölbremse
DV Drosselventil für *B*
Y, Z, S, f Gestängepunkte

Abb. 4. Grundsätzliche Anordnung eines Isodromreglers.

Kerne gleichsinnig und dämpfen die Bewegung in Abhängigkeit von der Abweichung, nach der Kontaktgabe wirken sie gegensinnig, drehen die Scheibe zurück und wirken so als Rückführung. Unnötiges Regeln bei Kurzschlüssen wird bei beiden Relais durch besondere Überstromrelais verhindert.

Versucht man, den Leistungsfaktor zu regeln, so ergibt die Abhängigkeit von der Richtung der Wirkleistung umständliche Anordnungen. Durch Energierichtungsrelais wird die Regelung nur für eine Richtung freigegeben. Außerdem macht die Umrechnung der Unempfindlichkeit auf die Stufenspannung Schwierigkeiten. Es kommt hier

[8]) P. Paschen u. M. Schwaiger, ETZ 53 (1932) S. 933.
[9]) Chr. Kneller, BBC-Nachr. (1936) S. 39.

Digitized by Google

also praktisch nur die Spannungs- oder Blindleistungsregelung in Betracht.

In Papierfabriken erfordert der gleichmäßige Betrieb großer Papiermaschinen eine starre und auch kurzzeitig nicht schwankende Frequenz. Dies wird durch Ersatz der starren Rückführung der Turbinensteuerung einer Kondensationsturbine — am besten der größten im Werk — durch eine gedämpfte nachgiebige Rückführung erreicht. Diese sogenannte Isodromvorrichtung macht aus der statischen Drehzahlregelung — Ungleichförmigkeitsgrad etwa 4 % — eine astatische; das Gestänge kehrt immer wieder zum gleichen Punkt zurück (Abb. 4). Die vorübergehende Abweichung ist von der Schlußzeit der Steuerung abhängig, die Genauigkeit von der inneren Reibung der Steuerung[10]).

Der Parallelbetrieb mit den Turbinen mit statischen Reglern bedingt, daß die isodromgeregelte Maschine alle plötzlichen Lastspitzen an sich zieht, während die übrigen Maschinen Grundlast fahren. Sie muß daher genügend groß sein und ihre Kesselanlage eine gewisse Speicherfähigkeit besitzen, um den schnellen Änderungen nachkommen zu können, da die Kesselregelung sie meist nicht so schnell ausregeln kann. Kommt es nur auf annähernde Frequenzhaltung mit Rücksicht auf frequenzempfindliche Verbraucher, wie Kreiselpumpen, Kreiselverdichter u. a., an, so genügt es, die dauernde Drehzahländerung der Turbinensteuerung bis auf etwa 1,5 % zu drücken, wobei durch Abgleichen der Öffnung der Einströmdüsen in Abhängigkeit vom Reglerhub eine geradlinige Kennlinie geschaffen werden kann. Sind die plötzlichen Lastschwankungen nicht größer als die Hälfte der Turbinenleistung, so wird die Frequenzschwankung nicht größer als ± 0,4 % oder ± 0,2 Hz ohne Nachregeln von Hand. Eine solche Anordnung ist auch dort am Platze, wo ein großer Teil der Leistung in Gegendruck- und Entnahmeturbinen mit Druckreglern erzeugt wird und durch dampfseitige Schwankungen starken und plötzlichen Änderungen ausgesetzt ist. Diese Schwankungen zieht dann die Kondensationsmaschine infolge ihrer fast astatischen Regelung an sich. Reicht in Störungsfällen die Kondensationsmaschine nicht mehr aus, so kann die selbsttätige Umschaltung einer Gegendruckmaschine auf Leistung eine Frequenzabsenkung verhindern.

Bei annähernd gleichgehaltener Frequenz macht das zeitgetreue Fahren der Anlage keine großen Schwierigkeiten, wenn Schwankungen in der Größenanordnung von ± 1 min zugelassen werden. Die einfachste Anordnung besteht aus einer Periodenkontrolluhr mit einem durch Synchronmotor angetriebenen roten und einem vom Uhrwerk angetriebenen schwarzen Minutenanzeiger; sie läßt die Abweichung erkennen, die durch Verstellen der Steuerung von Hand von Zeit zu Zeit ausgeglichen wird. Im ganzen Netz sind dann die billigen und einfachen Synchronuhren anwendbar, sie werden zweckmäßig mit Gangreserve versehen.

3. Industriekraftwerk in Zusammenarbeit mit dem Überlandnetz.

Das Industriewerk mit Eigenerzeugung und zusätzlichem Energiebezug vom Überlandwerk kann seine Spannung und seine Frequenz nicht mehr unabhängig halten, beide werden ihm vom Überlandwerk aufgedrückt. Dies hat für den Industriebetrieb verschiedene Folgen. Zunächst sei die Spannungshaltung betrachtet. Das Überlandwerk fährt meist nach einem Spannungsfahrplan, um die Spannung im Hauptverbrauchsgebiet gleichzuhalten. Verbrauchern an anderen Stellen des Netzes drückt es eine in längeren Zeiträumen schwankende Spannung auf. Versucht das Industriewerk in gewohnter Weise mit starrer Sammelschienenspannung zu fahren, so ergeben sich große Ausgleichblindleistungen, welche die Übergabestelle unzulässig überlasten können und vielfach vom Abnehmer bei Bezug teuer zu bezahlen sind bzw. bei Abgabe vom Überlandwerk nicht vergütet werden. Sie lassen sich durch Einschaltung hohen Blindwiderstandes (erhöhte Kurzschlußspannung des Umspanners) an der Übergabestelle stark vermindern, wobei das Industriewerk gleichzeitig einen wirksamen Kurzschlußschutz erhält und die Gefahr der Überlastung der Stromerzeuger und Umspanner vermieden wird. Die Erhöhung des Blindwiderstandes ist jedoch durch die Stabilität der Kraftübertragung begrenzt. Praktisch kann 15 bis 20 % Streuspannung als obere Grenze angesehen werden. Abb. 5 zeigt diese Verhältnisse für eine 100 kV-Kraftübertragung in der im zweiten Abschnitt erläuterten Darstellungsweise.

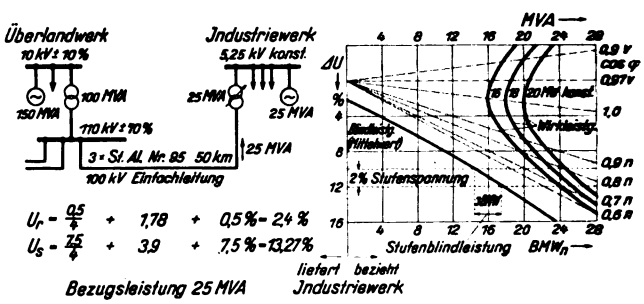


Abb. 5. Wirkleistung, Spannung und Blindleistung bei Kraftübertragung mit 100 kV.

Sind die Schwankungen der Überlandnetzspannung so klein, daß die Sammelschienenspannung sie mitmachen kann, so erhält man eine einfache und schnellwirkende Regelung der Übergabeblindleistung durch starke Unterkompoundierung der Spannungsregler der Stromerzeuger in Abhängigkeit vom Übergabeblindstrom (90 °-Schaltung). Die Übergabeblindleistung (auch Blindleistung Null) ist durch den Einstellwiderstand der Spannungsregler leicht einstellbar. Die Einfachheit der Schaltung zeigt Abb. 6. Die steile Reglerkennlinie ergibt bei kleinen

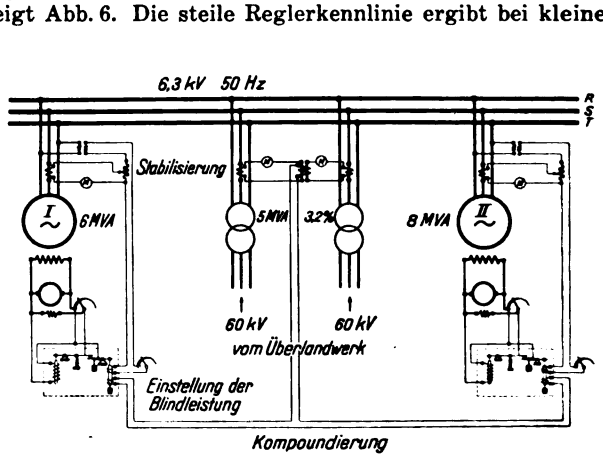


Abb. 6. Schaltbild der vereinfachten Schnellregelung der Übergabeblindleistung.

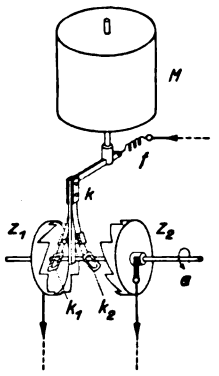
Spannungsschwankungen eine praktisch starre Übergabeblindleistung. Diese Anordnung ist besonders bei starrer Kupplung der Netze (kleiner Blindwiderstand) zu empfehlen, da geringfügige Spannungsänderungen große Ausgleichblindleistungen zur Folge haben, welche bei Handbedienung häufiges Nachstellen und dauernde Überwachung erfordern.

Bei größeren Schwankungen der Überlandspannung kann durch Zwischenschalten eines hohen Blindwiderstandes und eines Regelumspanners eine starre Sammelschienenspannung gehalten und eine bestimmte Übergabeblindleistung eingestellt werden. Der Regelbereich des Regelumspanners muß mindestens gleich der größten Spannungsschwankung und dem größten Spannungsabfall im Umspanner sein.

[10]) Kieser, Weltkraftteilkonferenz 1933, Nr. 57, Sekt. 1a.

Digitized by Google

Im Gegensatz zu dem im zweiten Teil erläuterten Regelvorgang zwischen zwei Kraftwerken mit starrer Spannung schwankt hier eine Spannung, so daß eine Blindleistungsregelung einsetzen muß. Der Blindleistungsregler arbeitet nach den im zweiten Abschnitt erläuterten Grundsätzen für Stufenregelung. Außer dem Überstromrelais gegen Regeln im Kurzschluß ist noch eine Vorrichtung erforderlich, welche den Regler ausschaltet, sobald die Kupplung der Netze unterbrochen ist oder die Stromerzeuger außer Betrieb sind. Für den Anschluß des Reglers sind sehr große Stromwandler erforderlich, wenn die einzuregelnde Blindleistung klein gegenüber der Durchgangsleistung des Umspanners ist (durch Tarife bedingt). Auch ist dann meist ein Schutz der Reglerspulen gegen Kurzschlüsse erforderlich. Besteht die Übergabestelle aus mehreren Leitungen, so erhält man den Gesamtstrom durch Summenwandler.



M Meßwerk
k Kontaktarm mit
k_1, k_2 Kontaktfedern
f Feder für Stromzuführung
Z_1, Z_2 Trommel mit Zackenscheibe auf
a Antriebachse

Abb. 7. Grundsätzliche Anordnung des Trommel-Leistungsreglers.

Eine einfache Regelung der Übergabeblindleistung bei starrer Spannung des Industriewerkes erhält man wieder durch Unterkompoundierung in 90 °-Schaltung, jedoch an dem Spannungsrelais des Regelumspanners. Da die Werkspannung starr ist, so wird das Relais nur durch die Schwankungen der Übergabeblindleistung beeinflußt und schaltet nach Überschreiten der Unempfindlichkeit den Regelumspanner. Zum Anschluß genügen normale Wandler, die Regelrelais haben gewöhnlich eine Stromspule, welche hierfür benutzt wird. Die Regelung arbeitet sonst wie die im zweiten Abschnitt beschriebene vereinfachte Blindleistungsregelung.

Sind Blindstromerzeuger im Industrienetz vorhanden, so wird man sie neben dem Blindleistungsausgleich bei genügender Größe zur Spannungshaltung mit heranziehen[11]). Diese Anordnung ist besonders in solchen Kraftbetrieben zweckmäßig, bei denen nur Gegendruck-Wirkleistung erzeugt wird und der Stromerzeuger die Blindleistung des Werkes nicht allein decken kann.

Die Maschinenleistung des Überlandwerkes ist meist ein Vielfaches derjenigen des Industriewerkes, sie drückt dem Industriewerk eine Frequenz auf, die heute als starr angesehen werden kann und fast allgemein zeitgetreu gefahren wird. Eine Frequenzregelung im Industriewerk entfällt daher, die Geschwindigkeitsregler der Turbinen übernehmen erst im Falle der Netztrennung wieder die Frequenzhaltung. Es brauchen daher beispielsweise Werke mit reinen Gegendruckturbinen keine Kondensationsturbine mitlaufen lassen.

Beim Parallelbetrieb des großen Überlandnetzes mit starrer Frequenz mit Industrieturbinen ohne Geschwindigkeitsregler übernimmt das Überlandwerk die gesamte Ausgleichleistung, welche die Differenz zwischen den Dampf- und elektrischen Schwankungen des Werkes darstellt. Laufen Maschinen mit Drehzahlregler mit, so übernimmt das Überlandwerk die Wirklaststöße des Industrienetzes. Die abfallenden Reglerkennlinien (etwa 4 % von Leerlauf bis Vollast) der Industrieturbinen schneiden die Waagerechte der starren Überlandnetzfrequenz bei einer ganz bestimmten Leistung; gleichen Dampfdruck vorausgesetzt, können die Drehzahlregler die Steuerung und damit die Leistung nicht ändern, das Überlandnetz muß den Ausgleich schaffen. Die Übernahme der Schwankungen des Industriewerkes durch das Überlandnetz ist meist infolge Vereinbarungen eines Leistungstarifs unerwünscht, im Gegenteil ist anzustreben, daß das Überlandwerk eine bestimmte gleichgehaltene Leistung liefert oder bezieht und die Schwankungen des Industriewerkes von seinen eigenen Maschinen — vorausgesetzt, daß diese nicht reine Gegendruckmaschinen sind — ausgeglichen werden. Diese Aufgabe hat die Leistungsregelung in Abhängigkeit von der gleichzuhaltenden Übergabeleistung zu erfüllen.

Handelt es sich um Gleichhaltung einer vereinbarten Viertelstundenhöchstleistung — und das ist der häufigste Fall —, so genügt verhältnismäßig langsame Regelung mittels des Verstellmotors des Drehzahlreglers der Turbine; je schneller und genauer die Regelung arbeitet, desto näher kann die einzuregelnde Leistung an der vereinbarten liegen. Um Überregeln zu vermeiden und weil die Leistung der Turbine der Verstellung des Drehzahlreglers nicht sofort folgt, werden Impulse mit von der Abweichung abhängiger Dauer gegeben mit anschließender Pause als unechte Rückführung[12]). Die Leistung ändert sich nach dem Impuls, das Meßwerk stellt sich auf die neue Stellung ein, und ein Überregeln wird vermieden (Abb. 7). Die Impulse der schwachen Reglerkontakte werden durch Hilfsrelais verstärkt, und der Verstellmotor ändert während des Impulses die Drehzahleinstellung der Turbine; unnötiges Weiterlaufen des Motors verhindert eine Bremsschaltung. Der Trommelregler einer Lieferfirma ist nach diesen Grundsätzen gebaut. Die hier mechanisch geschaffene Folge von Impuls und Pause erreicht ein anderer Leistungsregler elektrisch durch geeignete Hilfsrelais. Wird die Kupplung mit dem Überlandnetz unterbrochen, so würde der Regler in dem Bestreben, die Leistung zu halten, zu starken Frequenzabweichungen führen; der Trommelregler wird daher durch Hilfskontakte selbsttätig abgeschaltet, dagegen erhält der rein elektrische Leistungsregler ein Frequenzzusatzgerät, welches ihn frequenzabhängig macht[13]). Der Regler hält hierdurch bei Ausfall der Kupplung selbsttätig eine nur wenig abweichende Frequenz. Abb. 8 zeigt

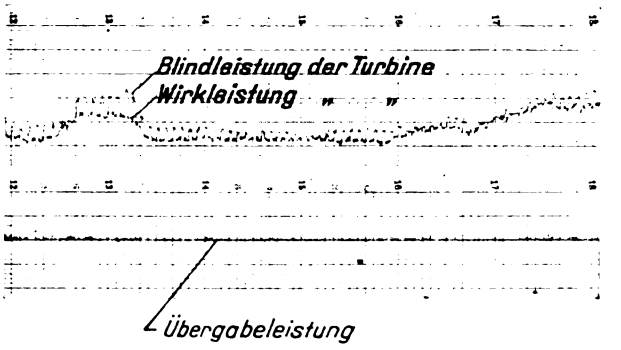


Abb. 8. Mittelbare Leistungsregelung mit Trommelregler.

den Schreibstreifen der geregelten Übergabeleistung und der Turbinenleistung einer chemischen Fabrik. Durch die zahlreichen Hilfsgeräte sind diese Regeleinrichtungen noch ziemlich verwickelt, der rein elektrische Regler erspart jedoch bereits eine Schaltanordnung.

Der Leistungsschnellregler, der unmittelbar an der Turbinensteuerung angreift, ist elektrisch einfacher, erfordert aber große Verstellkräfte. Er ist am Platze, wenn von der Übergabestelle auch kurzzeitige Laststöße fern-

[11]) E. Bornitz, AEG-Mitt. (1936) H. 4, S. 146.

[12]) N. De Ball, AEG-Mitt. (1936) H. 9, S. 338.
[13]) G. Kraft, VDE-Fachberichte 8 (1936) S. 124.

Digitized by Google

gehalten werden sollen oder die Übergabeleistung klein ist gegenüber der Werksleistung — z. B. beim Überlandnetzanschluß einer Werksgruppe. Der als Drehmagnet ausgebildete Leistungsregler[14]) wirkt ebenso wie der Drehzahlregler über eine kinematische Kette auf die Steuerung, welche eine nachgiebige Rückführung erhält (Abb. 9). Die Muffe des Drehzahlreglers bleibt als Festpunkt, denn die Frequenz ist starr. Die Steuerung folgt nur dem Leistungsregler, der die Leistung astatisch gleichhält. Zum elektrischen Anschluß sind Stromwandler sehr großer Leistung erforderlich, bei Ausfall der Kupplung mit dem Überlandnetz muß ebenfalls der Regler ausgeschaltet werden und der Drehzahlregler eingreifen. Die Genauigkeit und Schnelligkeit der Regelung ist im wesentlichen von den mechanischen Eigenschaften der Turbinensteuerung abhängig. An Stelle des Drehmagneten kann ein Thomaregler mit Leistungssystem treten, die nachgiebige Rückführung fällt dann weg. Ein anderer Leistungsschnellregler arbeitet als Ventilregler auf die Turbinensteuerung, er verstellt durch ein Steuerventil den Öldruck der Steuerung und damit die Leistung der Turbine. Die Ausschaltung des Reglers geschieht durch ein Ventil in der Ölleitung. Beide Reglerarten sind als Nulleistungsregler ausführbar.

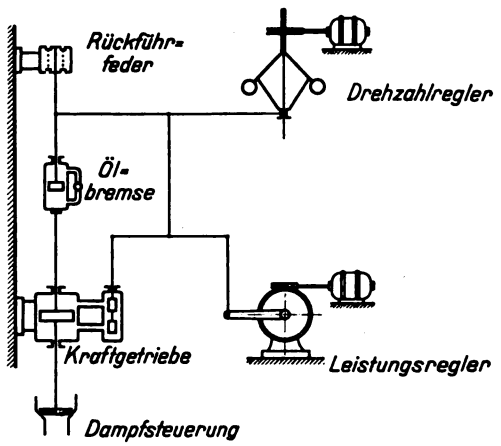


Abb. 9. Leistungsschnellregler wirkend auf Turbinensteuerung.

Wegen der Unabhängigkeit von der Turbinensteuerung wird die mittelbare Langsamregelung heute bevorzugt. Durch überbemessene Verstellmotoren kann man die Regelgeschwindigkeit erhöhen und durch eine elektrische Rückführung mittels eines vom Motor verstellten Rückführwiderstandes die bei der unechten Rückführung notwendigen Pausen vermeiden; man hat dadurch eine Eilregelung.

Nicht immer liegen die Übergabestellen für die Wirk- und Blindleistung bei den regelnden Maschinen. Während man den Regelumspanner gewöhnlich an der Übergabestelle hat, von der Überwachungsstelle aus dagegen fernsteuert, muß die Wirkleistung durch Fernmessung dem Leistungsregler der Turbine zugeführt werden. Bei Neuanlagen wird man solche Fernübertragungen mit Rücksicht auf die Einfachheit der Anlagen durch richtige Planung zu vermeiden suchen.

Zusammenfassung.

Die elektrischen Regelungen gewährleisten bei richtigem Einsatz in Industriewerken einen geregelten und für alle Teile günstigen Energieaustausch. Die Angst der Industriewerke vor den Höchstlast- und Blindlasttarifen der Überlandwerke und die Angst der Überlandwerke vor der Stoßbelastung durch die Industriewerke ist durch den Einsatz der Regler hinfällig geworden. Der Zusammenschluß und die restlose Ausnutzung aller elektrischen Energiequellen, welche das Energiegesetz anstrebt, werden durch die Regeleinrichtungen gefördert. Aber auch dem allein arbeitenden Betrieb bringen sie manche Vorteile. Für die weitere Entwicklung ist besonders auf dem Gebiet der stufenweise arbeitenden Regler noch manche Frage im Sinne der Vereinfachung zu lösen.

[11]) W. Gullhauman, VDE-Fachberichte 7 (1935) S. 2.

Die neuere Entwicklung des Wechselstrombahnmotors.

Von **K. Töfflinger VDE**, Berlin.

(Schluß von S. 1003.)

621. 333. 025

5. Die Stromwendespannung.

Den besten Maßstab für die bei der Stromwendung etwa zu erwartenden Schwierigkeiten bietet die sogenannte Stromwendespannungsformel nach Pichelmayer:

$$e_s = \xi\, A\, 2\, l\, v_a\, 10^{-6}\,\mathrm{V}, \qquad (2)$$

wobei ξ der die Induktivität der kommutierenden Ankerwindungen kennzeichnende Faktor ist, A den Strombelag in A/cm, l die Eisenlänge in cm und v_a die Ankerumfangsgeschwindigkeit in m/s bedeuten. Bei den heutigen Bahnmotoren ist die Anzahl der zwischen benachbarten Kommutatorstegen liegenden Ankerwindungen immer 1, so daß wir sie hier nicht zu berücksichtigen brauchen.

Für ältere Motoren war etwa einzusetzen: $\xi = 5{,}5$, $A = 420$ bei Dauerstrom, $l = 35$ und $v_a = 50$ für die höchste Betriebsdrehzahl. Da jedoch bei Höchstgeschwindigkeit nur etwa 70 % der Dauerstromstärke erforderlich waren, ergab sich als höchste Stromwendespannung etwa 5,7 V. Es konnten also auch noch verhältnismäßig ungünstige Wicklungen völlig genügende Betriebsergebnisse liefern.

Mit dem Anwachsen der Drehzahl stieg die Umfangsgeschwindigkeit des Ankers etwa auf 65 m/s. Zur besseren Gewichtsausnutzung erhöhte man den Strombelag auf etwa 450 A/cm, und schließlich wurde der Dauerstrom noch bei Höchstgeschwindigkeit verlangt: Damit hätte sich eine Stromwendespannung von 11,3 V ergeben, die kaum mehr zu beherrschen ist. Es blieb also nichts anderes übrig, als den Faktor ξ zu senken, z. B. auf 4, und damit die Stromwendespannung auf 8,3 V, einen noch durchaus zulässigen Wert, herabzusetzen.

Da der Faktor ξ nichts anderes als die Induktivität der kommutierenden Ankerwindungen darstellt, muß diese so klein wie möglich gehalten werden. Das ist die wichtigste Aufgabe, mit der sich der Gleichstrommaschinenbau von jeher befaßt hat. Man konnte daher auf einen reichen Schatz von Erfahrungen zurückgreifen und eine große Zahl verschiedener Verbesserungen durchführen. Von diesen sei nur die wichtigste erwähnt: Es mußte nun vor allem zur offenen Ankernute übergegangen werden. Halbgeschlossene Nuten hatte man ursprünglich nur gewählt, um die bei den ältesten Lokomotiven auftretenden Fernmeldestörungen zu unterdrücken: Sie waren damals,

Digitized by Google

als man noch einen möglichst kleinen Luftspalt des Leistungsfaktors wegen ausführte, durchaus berechtigt. Heute liegen jedoch die Verhältnisse ganz anders: Infolge der hohen Drehzahlen ist der Leistungsfaktor so groß geworden, daß an ihm nicht mehr viel zu verbessern ist. Er wird auch durch die offene Nute nicht verschlechtert, sondern tatsächlich verbessert, weil ein gewisser Mindestwert des ideellen Luftspalts nicht unterschritten werden darf, damit die Kurvenformen der maßgebenden elektrischen Größen des Motors sinusähnlich bleiben, und weil die Streuspannung der in offene Nuten eingebetteten Ankerwicklung kleiner ist. Auch die Furcht vor Nutpulsationen ist wegen der jetzt üblichen großen Luftspalte von 3 bis 4 mm und der feineren Nutteilungen, zu denen die Rücksicht auf die Stromwendung zwingt, nicht mehr berechtigt.

Ferner ermöglicht die offene Nute die Verwendung umpreßter Ankerspulen, die sich bei Gleichstrombahnmotoren so bewährt haben, weil sie betriebssicher sind und Wiederherstellungsarbeiten erleichtern. Nachdem die wirtschaftliche Überlegenheit des elektrischen Betriebs hauptsächlich auf den geringeren Instandhaltungskosten beruht, ist man bestrebt, gerade diese durch zweckentsprechende Motorbauart noch mehr zu vermindern.

6. Die Rundfeuersicherheit.

Verhältnisgleich mit der Drehzahl wächst die in jedem Ankerleiter induzierte EMK, also auch die zwischen benachbarten Kommutatorstegen bestehende Spannung. Erreicht sie nur kurzzeitig Werte von 35 oder 40 V, so besteht Rundfeuergefahr [10]. Aus der Formel für die EMK des Wechselstrombahnmotors [6] ist die im Mittel zwischen zwei benachbarten Kommutatorstegen induzierte EMK abzuleiten:

$$E \frac{2p}{K} = \frac{2}{\pi} e_t \frac{f_r}{f} . \qquad (3)$$

Dabei bedeuten E die EMK des Ankers, $2p$ die Polzahl, K die Anzahl der Kommutatorstege, e_t die transformatorische EMK, f_r die Drehfrequenz des Ankers und f die Netzfrequenz. Für die höchsten Klemmenspannungen, bei denen nur Rundfeuergefahr vorliegen kann, wird die Ankerspannung U nahezu gleich der EMK, also mit großer Annäherung $U = 1{,}05\,E$. Um die höchste Stegspannung zu berechnen, die für die Rundfeuergefahr maßgebend ist, bleibt noch das Verhältnis Polbogen zu Polteilung festzulegen: Es ist bei fast allen neuzeitlichen Bahnmotoren nahezu 0,7. Ankerrückwirkung ist nicht zu berücksichtigen, da es sich nur um sorgfältig kompensierte Maschinen handelt. Nimmt man ferner an, daß wegen der Sicherheit — schnelle Schwankungen der Netzspannung sind ja dem Bahnbetrieb eigentümlich — die höchste Stegspannung nur 30 V erreichen soll, so ergibt sich aus Gl. (3) ein Grenzwert für die transformatorische EMK, nämlich:

$$e_t = 22 \frac{f}{f_r} . \qquad (4)$$

Das bedeutet: Bei einem Motor für 16⅔ Hz, der bei Höchstgeschwindigkeit eine Ankerdrehfrequenz von 150 Hz erreicht, kann wegen der Rundfeuergefahr die transformatorische EMK bei Dauerstrom nicht viel größer als 2,5 V werden. Die früher üblichen Grenzwerte von 2,8 oder 3 V sind also kaum mehr zu erreichen.

Das ist eine grundlegende Änderung. Früher ging der Entwurf des Wechselstrombahnmotors von derjenigen transformatorischen EMK aus, die man noch für zulässig hielt, und ihre Beherrschung galt als die Hauptkunst des Berechners. Heute liegt dem Entwurf Stromwendespannung und Rundfeuersicherheit zugrunde, und daraus ergibt sich dann von selbst eine transformatorische EMK, die nicht mehr sonderlich gefährlich ist. Der Entwurf des Wechselstrom-Bahnmotors verläuft damit jetzt in genau derselben Bahn wie der schnellaufender, hochbelasteter Gleichstrommaschinen, und so hat die schon vor dem Kriege von Richter und Döry vorausgesehene Entwicklung dieses Motors [11] ihren Abschluß gefunden.

Das gilt jedoch heute nur für schnellaufende Motoren für 16⅔ Hz. Gl. (4) zeigt, daß bei 25 Hz die Rundfeuergrenze erst zu beachten ist, wenn die Drehfrequenz 200 Hz überschreitet. Solchen Werten ist man aber schon nahe. Beim 50 Hz-Motor müßte sie 400 Hz überschreiten, und davon ist man noch weit entfernt.

7. Die transformatorische EMK.

Die Erkenntnis, daß durch eine zu scharfe Krümmung der Magnetisierungskurve alle elektrischen Eigenschaften des Motors erheblich verschlechtert werden, ist nun wohl allgemein durchgedrungen [12, 13]. Zu hohe Eisensättigungen werden daher vermieden, und man wählt große Luftspalte, wie sie auch schon wegen der Stromwendung erwünscht sind. Eine vollkommen gestreckte Magnetisierungskurve läßt sich jedoch aus wirtschaftlichen Gründen nicht verwirklichen, und so wird es oft notwendig, sich wenigstens durch überschlägige Rechnung davon zu überzeugen, ob etwa bei großem Anfahrstrom noch Störungen durch zu hohe Eisensättigung zu erwarten sind. Dazu genügt meistens folgender Weg:

Die größte Störung ist von der hohen Spitze der transformatorischen EMK zu erwarten [14], also wird vor allem diese nachzurechnen sein. Ihr Spitzenwert entsteht in dem Augenblick, in dem die Stromkurve durch Null geht, das Eisen also ungesättigt ist. In erster Annäherung ist demnach die Spitze nur abhängig von der Steilheit des geradlinigen Teils der Magnetisierungskurve, d. h. nur von Felderregung, Luftspalt und Luftquerschnitt. So läßt sich eine „ideelle transformatorische EMK“ e_t' errechnen

$$e_t' = 0{,}8\,\pi^2 f \frac{Q\,\Theta_e}{\delta} 10^{-8} \text{ in V}, \qquad (5)$$

wobei f die Netzfrequenz, Θ_e die Erregung je Pol in effektiven AW, Q den Luftquerschnitt in cm² und δ den ideellen Luftspalt in cm bedeuten. Das so errechnete e_t' ist selbstverständlich stets größer als e_t, und zwar um so mehr, je stärker die Magnetisierungskurve gekrümmt ist. Die tatsächliche Spitze der transformatorischen EMK ist immer kleiner als $e_t' \sqrt{2}$, liegt aber diesem Wert stets näher als $e_t \sqrt{2}$.

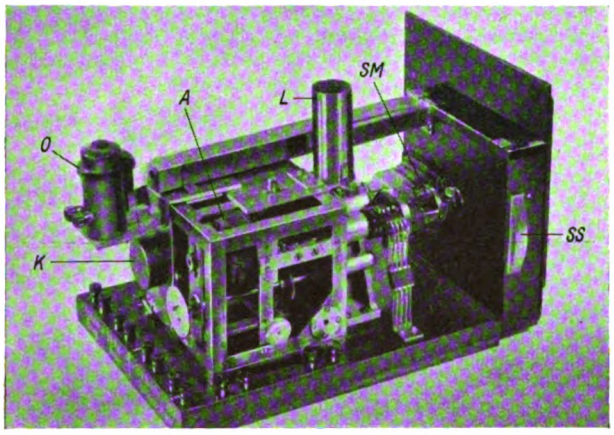
Genügen ausnahmsweise derartige Überschlagsrechnungen nicht, so muß das etwas umständliche graphische Berechnungsverfahren [14] angewandt werden. Erst neuerdings ist L. Mirow eine analytische Lösung geglückt, die einer späteren Veröffentlichung vorbehalten sei.

Nachdem man so die Kurvenformen der transformatorischen EMK zu beherrschen gelernt hat, und hohe Effektivwerte wegen der Rücksicht auf das Rundfeuer wenigstens beim Motor für 16⅔ Hz nicht mehr in Frage kommen, lohnt es kaum noch, sonderliche Aufwendungen zur Bekämpfung der transformatorischen EMK oder ihrer Folgen zu machen. Alle jene Kunstschaltungen der Wendepole usw., die früher einmal eine so große Rolle in der Theorie des Wechselstrom-Bahnmotors spielten, sind verschwunden. Nur noch der einfache ohmsche, zum Teil auch induktive Widerstand parallel zum Wendepol ist üblich, vielleicht auch nur, weil man weiß, daß er nicht nur bei einer bestimmten Drehzahl, sondern auch bei der Anfahrt das Bürstenfeuer dämpft. Es sind jedoch schon viele Motoren seit Jahren im Betriebe, wo man selbst auf dieses einfache Mittel verzichtete. Sie laufen zwar gewöhnlich nicht funkenfrei, zeigen aber gute Stromwenderpolitur. Beim Wechselstrom-Bahnmotor ist ja das mit bloßem Auge sichtbare Bürstenfeuer kein so sicherer Maßstab wie bei der Gleichstrommaschine für die Abnutzung von Stromwender und Bürsten, auf die allein es im Betrieb ankommt.

Digitized by Google

C. Geräte zur Untersuchung des Motors.

Da man im Prüffeld die Betriebsbelastung eines Bahnmotors nicht richtig nachahmen kann und die Zeit fehlt, um die Versuche so lange durchzuführen, wie zur Messung der Kommutator- und Bürstenabnutzung notwendig wäre, mußte nach Mitteln gesucht werden, die eine Unterscheidung zwischen schädlichen und ungefährlichen Bürstenfunken gestatten, also vor allem zeigen, ob die Funken jeweils in einem kurzen oder langen Abschnitt jeder Periode auftreten.



SM Synchronmotor — *A* Antriebsmotor
SS Schlitzscheibe — *O* Oszillograph
K photographische Kammer — *L* Lampe

Abb. 5. Stroboskop zur Untersuchung des Bürstenfeuers.

Diese Aufgabe läßt sich durch das Stroboskop lösen [15]. Es besteht im einfachsten Fall aus einem Synchronmotor, der an Netzfrequenz liegt und eine Schlitzscheibe antreibt. Die Blickrichtung zur funkenden Bürstenkante wird durch die Schlitzscheibe immer nur in einem bestimmten Abschnitt jeder Periode freigegeben, so daß man nur den Ständer des Synchronmotors langsam zu drehen braucht, um zu erkennen, wie sich das Bürstenfeuer während des Ablaufs einer Periode ändert. Ist die Stromwendung nicht in Ordnung, so werden die Funken am stärksten sein, wenn der Strom seinen Höchstwert erreicht. Die transformatorische EMK dagegen ist am größten, wenn die Stromkurve durch Null geht, ergibt also gegen den Strom um etwa 90° phasenverschobene Funken. Aus der Phasenlage des Bürstenfeuers kann man also Schlüsse auf die Ursachen der Funken ziehen.

Ein solches Stroboskop liefert zwar schon manchen wertvollen Einblick, aber es gestattet doch nur subjektive Beobachtungen und ergibt noch keine genaue Festlegung der Phase des einzelnen Funkens. Das ermöglicht erst ein neues Stroboskop, das das Funkenbild photographisch aufzeichnet und gleichzeitig die Stromkurve oszillographiert, Abb. 5. Der Synchronmotor *SM* treibt die Schlitzscheibe *SS* an, die dem vom Funken kommenden Lichtstrahl jeweils nur während etwa 5 el.° den Weg zur photographischen Kammer *K* freigibt. Die Kammer enthält einen Film, auf dem sich die funkende Bürstenkante als Querstrich abbildet. Ein Antriebsmotor *A* dreht langsam den Ständer des Synchronmotors und verschiebt gleichzeitig den Film. Aus dem die Bürstenkante abbildenden Strich entwickelt sich demnach auf dem Film ein Band, dessen wechselnde Schwärzung der Änderung des Bürstenfeuers entspricht. Eine Oszillographenschleife *O* wirft einen von der Lampe *L* gelieferten Lichtstrahl über verschiedene Prismen durch die Schlitzscheibe hindurch ebenfalls auf den Film: Man kann also gleichzeitig auch den Verlauf irgendeiner elektrischen Größe, am besten wohl den des Stroms, abbilden, um danach die Phasenlage des aufgezeichneten Bürstenfeuers zu bestimmen.

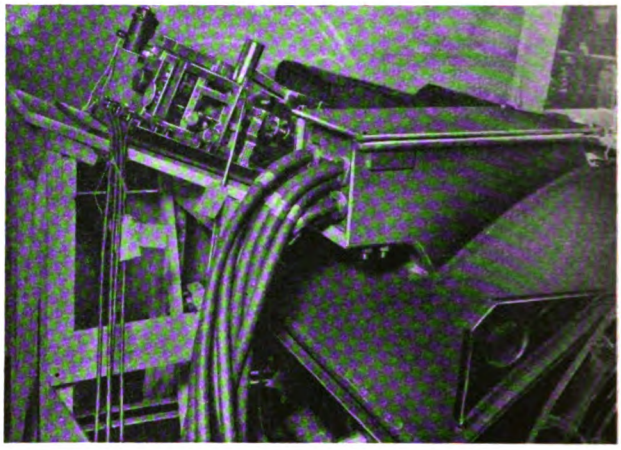


Abb. 6. Stroboskop bei der Aufnahme des Bürstenfeuers eines Bahnmotors.

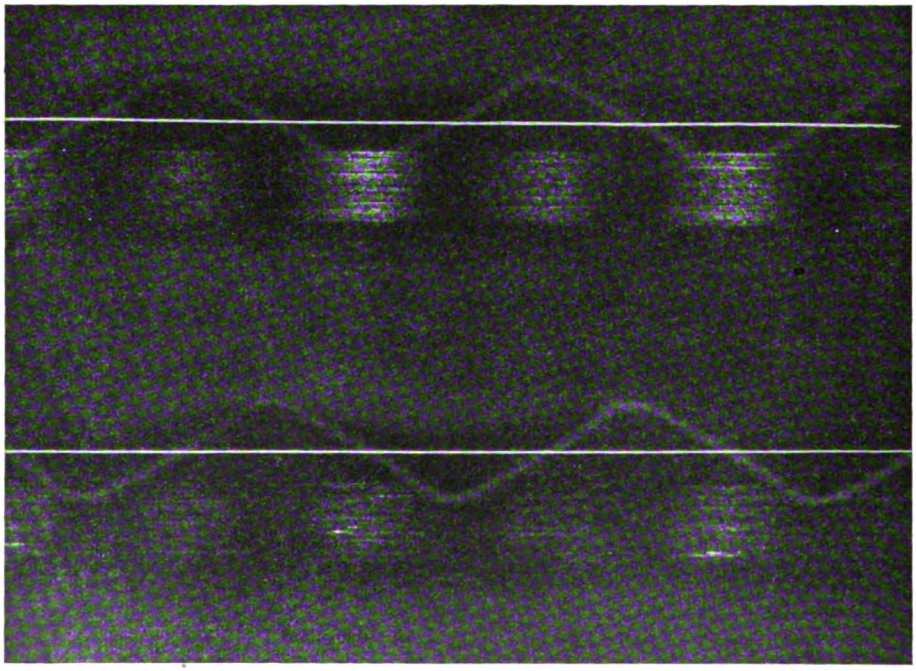


Abb. 7. Aufnahmen von Strom und Bürstenfeuer eines Wechselstrombahnmotors.

In Abb. 6 ist das Gerät während der Funkenaufnahme an einem Bahnmotor dargestellt. Für derartige Aufnahmen zeigt Abb. 7 zwei kennzeichnende Fälle: Bei dem einen sind Bürstenfeuer und Strom etwa gleichphasig, die Stromwendung ist demnach ungenügend, die Wendepolfeldstärke ist so zu ändern, daß die mit dem Strom gleichphasige Komponente des Wendepolstroms verstärkt oder abgeschwächt wird. In dem unteren Bilde liegen die Funken um etwa 90° gegen den Strom phasenverschoben, also ist die transformatorische EMK nicht genügend aus-

Digitized by Google

geglichen. Die Aufnahmen zeigen ferner, daß sich die Stärke der Funken, genau wie bei der Gleichstrommaschine, auch beim Wechselstrommotor mit der Stromrichtung ändert.

Es darf wohl erwartet werden, daß die stroboskopische Aufnahme des Bürstenfeuers im Laufe der Zeit noch manche wertvolle Erkenntnis bringen wird, die zur weiteren Entwicklung des Wechselstrombahnmotors nutzbar gemacht werden kann.

Zusammenfassung.

Das Anwachsen der Fahrgeschwindigkeiten und die Forderung, daß das Fahrzeug auch bei hohen Geschwindigkeiten noch großes Beschleunigungsvermögen besitzen soll, führen dazu, daß vom Wechselstrombahnmotor neben weiterer Gewichtseinschränkung die Fähigkeit, große Drehmomente wenigstens kurzzeitig bei hohen Drehzahlen zu liefern, verlangt wird. Die Umfangsgeschwindigkeiten von Anker und Kommutator, ferner die Ankerdrehfrequenz sind also bis zur zulässigen Grenze zu erhöhen. Damit werden besondere Maßnahmen zur Bekämpfung der Eisenverluste und der Wirbelströme in den Ankerleitern zweckmäßig. Die Stromwendungsschwierigkeiten werden die gleichen wie bei schnellaufenden, höchst beanspruchten Gleichstrommaschinen, alle auf diesem Gebiet bereits vorliegenden Erfahrungen sind daher auszunutzen, um die Stromwendespannung auf beherrschbare Werte einzugrenzen. Die mittlere Stegspannung ist der Rundfeuergrenze nahe gekommen: Soll sie nicht überschritten werden, so muß die transformatorische EMK gering bleiben. Dem Entwurf des Motors für 16⅔ Hz liegt also nicht mehr die transformatorische EMK zugrunde, sondern er wird nunmehr durch Stromwendung und Rundfeuersicherheit bestimmt, genau wie bei der Gleichstrommaschine. Zur Untersuchung des Motors im Prüffeld dient ein das Bürstenfeuer nach seiner Phasenlage selbsttätig aufzeichnendes Stroboskop.

Aus dem Schrifttum:

1. Kleinow, Elektrische Lokomotiven, Elektr. Bahnen 12 (1936) Ergänzungsheft S. 45/46.
2. Storer, Revision of standards for railway motors, Electr. Engng. 56 (1937) S. 312.
3. Michel, Internationale Regeln für Bahnmotoren, Elektr. Bahnen 10 (1934) S. 121.
4. Wist, Die Lokomotivantriebe bei Einphasenwechselstrom, Berlin: Springer 1925.
5. Kleinow, Elektrische Lokomotiven, Elektr. Bahnen 12 (1936) Ergänzungsheft S. 47.
6. Müller, Die elektrische Lokomotivausrüstung, Elektr. Bahnen 12 (1936) Ergänzungsheft S. 79.
7. DIN VDE 6400.
8. Yensen, Die Entwicklung des Transformatorenstahls in Nordamerika, Stahl u. Eisen 52 (1936) S. 1545.
9. Pritchard und Konn, The modern single phase motor for railroad electrification, J. Amer. Inst. electr. Engrs. 50 (1931) S. 263.
10. Trettin, Über Segmentspannung und Rundfeuer bei Gleichstrommaschinen, Siemens-Jahrbuch (1929) S. 459.
11. Döry, Einphasenbahnmotoren S. 6/7, Braunschweig: Vieweg 1919.
12. Müller, Moteurs des chemins de fer, und Stockar, Le développement des moteurs de traction monophasés, CIE-Kongress Paris 1932, V. Section.
13. Hermle, Der Schnellzugsmotor EKB 860 der AEG, Elektr. Bahnen 10 (1934) S. 193.
14. Töfflinger, Der Einphasen-Bahnmotor, Berlin: Oldenbourg 1930.
15. Töfflinger, Stromwendungsvorgänge in Wechselstrom-Kommutatormotoren, VDE-Fachberichte 5 (1931) S. 8.

Zusatzschwungräder für mit Kolbenmaschinen gekuppelte elektrische Maschinen.

Von **Karl Bätz VDE**, Berlin.

621. 313 : 621. 11—562

Übersicht. **Für langsamlaufende elektrische Maschinen, die mit Kolbenmaschinen gekuppelt sind, wird versucht, die für die Bauform mit am Polrad angebautem Zusatzschwungrad wichtigsten Forderungen kurz zusammenzustellen und ein Verfahren zur Bestimmung der Zusatzschwungräder zu entwickeln.**

In dem Aufsatz von H. Anschütz „Über Maßnahmen zur Flimmerbeseitigung in Gleichstrom- und Wechselstrom-Beleuchtungsanlagen" sind u. a. die Bauformen von Wechselstromgeneratoren mit großen Schwungmomenten beschrieben[1]). Als günstige und häufig verwendete Anordnung wurde dort die Ausführung des Polrades mit angebautem Schwungrad erwähnt, bei der mit gut ausgenutzten elektrischen Abmessungen der Maschine die benötigte Schwungmasse ohne Zwang in einem Rad mit günstigem Durchmesser angeordnet werden kann. Dies und verschiedene andere Vorteile dieser Bauart bewirken, daß sie heute im weiten Umfange verwendet wird. Ein wesentlicher Vorteil ist, daß man für eine bestimmte Maschine bei gleichbleibenden elektrischen Abmessungen verschiedene Schwungmomente durch Änderung des Zusatzschwungrades erreichen kann. Gegenüber der Anordnung eines getrennt auf der Welle sitzenden Schwungrades bzw. eines Klemmschwungrades wirkt hier auch die Zusammenfassung der Massen in einem Angriffspunkt an der Welle für die Schwingungsrechnung der Welle vereinfachend.

Neben der im Aufsatz von Anschütz erwähnten Verwendung von Schwungradmaschinen als Generatoren für die Kupplung mit Dieselmotoren ist im Laufe der Entwicklung die elektrische Maschine als Antriebsmotor für Kolbenverdichter zu besonderer Bedeutung gelangt. Abb. 1 gibt einen deutlichen Eindruck von dem Vorteil der Unterbringung der Schwungmassen in einem Zusatzrad gegenüber dem Einbau im Polrad. Der Vorteil der Abänderungs-

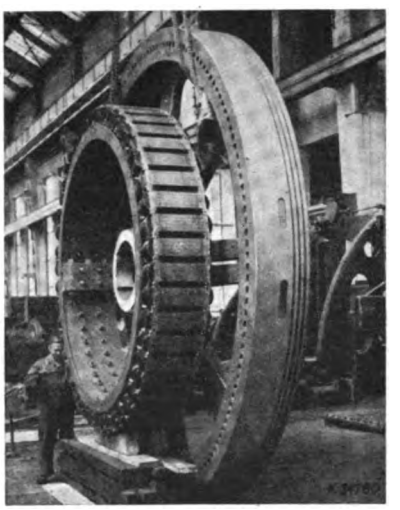


Abb. 1. Läufer eines Synchronmotors mit Zusatzrad.

möglichkeit bei verschiedenen Schwungmomenten für Maschinen mit Zusatzschwungrädern hat also auch für Verdichtermotoren besondere Bedeutung. Bei Generatoren sind es im wesentlichen folgende Bedingungen, die die Größe des Schwungrades bestimmen:

1. Die von der Antriebsmaschine abhängige Größe des Ungleichförmigkeitsgrades δ.

[1]) ETZ 58 (1937) H. 14, S. 385 u. H. 16, S. 433.

Digitized by Google

2. Die im Aufsatz von Anschütz beschriebene Abhängigkeit flimmerfreier Lichtstromversorgung von einem richtig gewählten δ.
3. Die Vergrößerung von δ bei Parallelbetrieb.

Da hier eine Bedingung zwangsläufig die entscheidende sein muß, d. h. das jeweils günstigste δ zu wählen ist, wird bei Generatoren in der Regel ein bestimmtes Schwungmoment verlangt.

Bei den Motoren für Kolbenverdichter ist die eindeutige Bestimmung schwieriger. Die taktmäßig arbeitenden Verdichter bewirken bekanntlich Leistungspendelungen in dem die Motoren speisenden Netz.

Es sind nun aufeinander abzustimmen:

1. Die Forderung nach einem möglichst kleinen Läufergewicht, um die Abmessungen von Welle und Lager klein zu halten.
2. Die Forderung des Kunden bzw. des Stromlieferanten, die Leistungspendelungen in erträglichen Grenzen

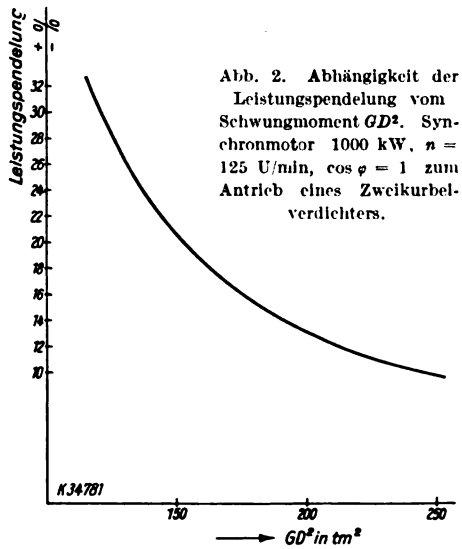


Abb. 2. Abhängigkeit der Leistungspendelung vom Schwungmoment GD^2. Synchronmotor 1000 kW, n = 125 U/min, $\cos\varphi = 1$ zum Antrieb eines Zweikurbelverdichters.

zu halten. Hierbei spielen die Beschaffenheit des Netzes und die Dämpfungsmöglichkeit des Motors eine Rolle. Die Kurve Abb. 2 zeigt die Abhängigkeit der Leistungspendelung vom Schwungmoment für einen 1000 kW-Synchronmotor $\cos\varphi = 1$, n = 125 U/min mit normaler elektrischer Auslegung, der einen Zweikurbelverdichter mit 90° Kurbelversetzung treibt.

3. Die Forderung, die Maschine axial möglichst kurz zu bauen, die sich aus den Kosten für das Maschinenhaus ergibt.

Diese Forderungen in Übereinstimmung zu bringen, ist nur in Gemeinschaftsarbeit aller Beteiligten möglich, d. h. die Forderung nach erträglicher Leistungspendelung ist nur unter Beachtung der beiden anderen zu erfüllen. Daraus folgt, daß man die bei verschiedenen Schwungmomenten sich ergebenden Gewichte und Abmessungen des Läufers bzw. des Zusatzschwungrades bestimmen und die einzelnen Ergebnisse miteinander vergleichen muß.

Um diese Arbeiten zu erleichtern und die Entscheidung für ein bestimmtes Schwungmoment zu beschleunigen, sind Kurven für die Bestimmung der Zusatzschwungräder entwickelt worden. Aus diesen Kurven kann man, wie Abb. 3 zeigt, für ein bestimmtes GD^2 Gewicht und Abmessungen des Zusatzrades bestimmen. Wird z. B. für eine Maschine ein zusätzliches GD^2 von 45 tm² verlangt, so geht man im Kurvenblatt von dem auf der Abszisse angegebenen Schwungmoment senkrecht nach oben bis zur Durchmesserkurve. Von dort aus findet man auf der Ordinate das Gewicht und auf der Hilfsordinate am Ende der Durchmesserkurve die Kranzbreite des Rades und damit die für Preis und Raumbedarf wichtigen Daten. Da die Mannigfaltigkeit der möglichen Durchmesser eine zu große Kurvenschar ergibt, wurden diese in einer Leitertafel zusammengefaßt. Einen Ausschnitt dieser Leitertafel zeigt Abb. 4. Für ein bestimmtes GD^2 auf Leiter *II* wählt man

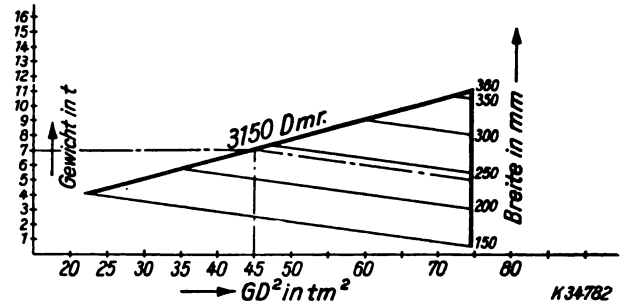


Abb. 3. Bestimmung des Gewichts und der Abmessungen von Zusatzschwungrädern.

den günstigsten Durchmesser auf Leiter *III*, verbindet beide Punkte und verlängert die Verbindungslinie bis zur Leiter *I*, wo man das Gewicht abliest.

Die Grenzen für Gewicht und Kranzbreite bei einem bestimmten Durchmesser sind neben Leiter *III* angegeben. Die Leiter *I* wird zweckmäßig noch durch Preisangaben für das entsprechende Gewicht ergänzt. Eine weitere Kurve enthält dann noch Angaben über Kostenzuschläge für die Bearbeitung in Abhängigkeit von der Größe des Rades und der ein- oder mehrteiligen Ausführung. Damit wurden Hilfsmittel für die Projektierung geschaffen, die zeitraubende Arbeiten ersparen und dem Ingenieur eine schnelle Abstimmung der auftretenden Fragen erleichtern.

Die Entwicklung der Kurven und damit der Leitertafel erfolgte in Anlehnung an eine bestimmte Typenreihe langsamlaufender Synchronmaschinen. Sie sind aber ohne weiteres für jede elektrische Maschine mit Zusatzschwung-

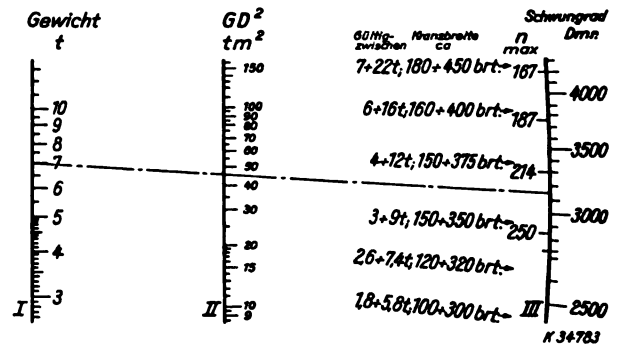


Abb. 4. Leitertafel für die Bestimmung des Gewichts und Abmessungen von Zusatzschwungrädern.

rad benutzbar. Ein Vergleich von Schwungrädern, die nach der Leitertafel bestimmt wurden, mit ausgeführten bzw. bereits angebotenen Schwungrädern ergab im Mittel eine Abweichung von 3 %, ein Wert, der bei einem Vorprojekt keinerlei Bedeutung hat.

Zusammenfassung.

Die durch verschiedene Vorteile bedingte Bauform von großen Stromerzeugern und Verdichtermotoren mit am Polrad angebautem Schwungrad zeichnet sich auch dadurch aus, daß man bei gleichen elektrischen Abmessungen verschiedene Schwungmomente durch Änderung des Zusatzschwungrades erreichen kann. Diese Variationsmöglichkeit ist von besonderer Bedeutung bei Verdichtermotoren, wo verschiedene Forderungen gegeneinander abgestimmt werden müssen. Es ist eine Leitertafel entwickelt worden, die die schnelle und einwandfreie Bestimmung von Zusatzschwungrädern ermöglicht.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 1/. 3. 017. 31 **Wechselstromleiter mit geringen Wirbelstromverlusten.** — Die Untersuchung beschränkt sich auf einphasige Wechselstromsysteme mit Hin- und Rückleitung. Durch Vernachlässigung des Verschiebungsstromes und durch Annahme gerader und paralleler Leiter läßt sich die Aufgabe zweidimensional behandeln.

Bekanntlich entstehen Wirbelströme in elektrischen Leitern (Hauteffekt) durch die ungleichmäßige Verteilung der Stromdichte über den Querschnitt; dieser Vorgang wird damit begründet, daß die einzelnen Stromfäden verschiedene Induktivitäten besitzen. Wenn es demnach gelänge, die beiden Leitungen so unterzubringen, daß alle Leiterausschnitte gleiche Induktivität besitzen, dann würden keine Wirbelstromverluste entstehen können. Dies ist aber nicht möglich. Läßt sich jedoch der einzelne Leiterquerschnitt angenähert durch eine Linie darstellen, etwa dadurch, daß die Ausdehnung senkrecht zu dieser Linie unverhältnismäßig klein ist, dann kann man zwei Linien ermitteln, von denen die eine als Hinleitung und die andere als Rückleitung eines einphasigen Systems der erforderlichen Bedingung in allen Teilen genügen. In Abb. 1 sind zwei zusammengehörige Querschnitts-„Linien gleicher Induktivität" dargestellt; dieselben müssen zur x- und zur y-Achse symmetrisch sein. Die Bedingung gleicher Induktivität aller Leiterelemente wird nun so definiert, daß für jeden einzelnen Linienpunkt P die Gegeninduktivität nach der Beziehung

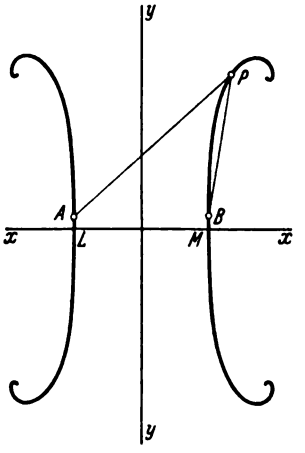


Abb. 1. Linien gleicher Induktivität.

$$\frac{2}{s}\int_0^s \lg\frac{AP}{BP}\,\mathrm{d}s$$

konstant sein muß, wenn sich jeweils A und B über die ganze Länge s der die Leiter ersetzenden Linien bewegen. Durch ein nicht näher beschriebenes Verfahren wurde eine Schar von Kurven, die dieser Bedingung genügen, entwickelt und in einer Tafel wiedergegeben; als Parameter tritt hierbei das Verhältnis $\alpha = LM/s$ auf.

Praktisch wird der Leiterquerschnitt infolge des erforderlichen endlichen Flächeninhalts nur angenähert nach einer der angegebenen Linien ausgeführt werden können. Es wird dann erreicht, daß die Wirbelstromverluste nicht verschwinden, aber je nach dem Grad der Annäherung sehr klein bleiben. Die veröffentlichten Versuchsergebnisse bestätigen, daß die Verluste hierbei nach der für röhrenförmige Leiter entwickelten Formel

$$R'/R = 1 + \mathrm{a}(z)\,(1-\beta/_3)$$

berechnet werden können; hierbei ist R' der Wirkwiderstand unter Beachtung des Hauteffektes, R der ohmsche Widerstand, $\mathrm{a}(z)$ eine Funktion von $z = 8\,\pi^2 t^2 f/\sigma$, t die Dicke des Leiters, f die Frequenz, σ gleich dem Leitwert in CGS-Einheiten und $\beta = 2\,\pi\,t/$Länge des Querschnitts auf der dem Rückleiter zugewandten Seite. Wenn $z \leqq 10$ oder $R'/R < 2$ ist, haben Versuche gezeigt, daß der Fehler sehr gering ist, wenn für $\mathrm{a}(z)$ die Beziehung

$$\mathrm{a}(z) = \frac{7\,z^2}{315 + 3\,z^2 - 0{,}002\,z^4}$$

verwendet wird. Die Versuche beziehen sich auf rechteckige und U-förmige Querschnitte. Anwendungsbeispiele erläutern noch die praktische Bestimmung von Leiterformen geringster Verluste. [A. H. M. Arnold, J. Inst. electr. Engrs. 80 (1937) S. 395; 6 S., 7 Abb.] *Khl.*

621. 315. 14. 056. 3. 001. 4 **Schwingungsversuche mit Stahlaluminium- und Kupferhohlseilen für Hoch- und Höchstspannungsleitungen.** — Zur Erforschung der schwingungstechnischen Eigenschaften von Stahlaluminiumseilen sind eingehende Versuche an Seilen verschiedener Querschnitte und Querschnittsverhältnisse durchgeführt worden. Die Untersuchung der Schwingungsanfälligkeit, die auf einer winderregten Schwingungsversuchsstrecke vorgenommen wurde, gliederte sich in drei Versuchsgruppen:

In der ersten Gruppe wurden Stahlaluminiumseile mit verschiedenem Querschnitt und Stahlanteil untereinander verglichen. Die Schwingungszeiten wurden mit Hilfe von Schwingungsuhren festgestellt. Ferner wurde eine Reihe von Schwingungsmessungen unmittelbar am Seil gemacht. Dabei wurden Schwingungsschnelle, Knotenabstand, Schwingungsweite, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Temperatur und Seildurchhang gemessen. Die größten Schwingungsweiten der einzelnen Schwingungskurven wurden abhängig von der Wellenlänge in Schaubildern eingetragen. Aus den Höchstwerten sind die größten Schwingungsbeanspruchungen σ_A kg/mm², abhängig von der Wellenlänge λ an der Klemme berechnet worden. Um einen Vergleich der Seile untereinander zu ermöglichen, wurde für die einzelnen Seile zunächst die statische Beanspruchung im Aluminium bestimmt und mit dieser nach dem bekannten Lehrschen Diagramm die zulässige Abbiege-Schwingungsbeanspruchung $\sigma_{A\,\mathrm{zul.}}$ ermittelt.

Das Ergebnis der ersten Versuchsgruppe kann dahin zusammengefaßt werden, daß bei winderregten Schwingungen das schwingungstechnische Verhalten mit zunehmendem Stahlanteil günstiger wird. Noch nicht geklärt wurde die Frage, in welchem Umfange dies auf die Erhöhung des spezifischen Gewichts durch den vergrößerten Stahlanteil oder auf die verschiedene Seilvorspannung zurückzuführen ist. Der Vergleich des schwingungstechnischen Verhaltens von Stahlaluminiumseilen mit dem Querschnittsverhältnis 1 : 4,3 und 1 : 3, die mit praktisch den gleichen Zugspannungen verlegt waren, zeigt, daß ein Einfluß des spezifischen Gewichts auf dieses Ergebnis vorliegt.

Die Untersuchung der Schwingungshäufigkeit hat ergeben, daß sich die Schwingungszeit einerseits mit zunehmendem Seilquerschnitt und Stahlanteil und anderseits mit abnehmender Höchstzugspannung vermindert. Der Einfluß des Seilquerschnitts bei gleichem Querschnittsverhältnis ist nur gering.

In der zweiten Gruppe wurden Vergleichsversuche zwischen den in der ersten Gruppe untersuchten Stahlaluminiumseilen und einem Stahlaluminiumseil 305 mm² (Querschnittsverhältnis 1 : 3, mit drei Al-Lagen) und einem Einlagen-Kupferhohlseil 185 mm² durchgeführt und zwar in der gleichen Weise wie bei der ersten Gruppe. Dabei ergab sich, daß sich die Stahlaluminiumseile 1 : 3 bezüglich prozentualer Beanspruchung und prozentualer Schwingungszeit nicht ungünstiger, eher noch etwas günstiger als das Kupferhohlseil verhalten.

Durch die Versuche in der dritten Gruppe wurde festgestellt, daß die Senkung der Zugspannung wesentlichen Einfluß auf die Verringerung der Schwingungszeit hat.

Die Schwingungsfestigkeit der einzelnen Seilarten wurde auf einem künstlich erregten Schwingungsversuchsstand untersucht. Es wurde eine starre Einspannung gewählt, weil dabei die Schwingungsbeanspruchungen rechnerisch leichter zu erfassen sind. Die Versuche gliederten sich ebenfalls in drei Gruppen:

In der ersten Versuchsgruppe wurden die Seile mit einer üblichen Höchstzugspannung untersucht. Um den Versuchsstand nicht übermäßig zu belasten, wurden von dieser tatsächlich nur $^2/_3$ auf das Seil aufgebracht. Die zweite Versuchsgruppe wurde nur bei einem einzigen Stahlaluminiumseil (Nr. 95, 1 : 6) durchgeführt, und zwar mit einem beliebig gewählten Zwischenwert der Zugspannung von 5,6 kg/mm² gesamt. Die Zugspannung in der dritten Versuchsgruppe lag noch tiefer; sie wurde für eine Temperatur von + 10° C errechnet unter der Annahme, daß die in der ersten Gruppe genannten Höchstzugspannungen bei —5° und VDE-Zusatzlast auftreten. Von dieser Zugspannung wurden wieder $^2/_3$ gewählt. Bei sämtlichen Versuchen mit künstlicher Schwingungserregung wurden Schwingungsweite und Knotenabstand so gewählt,

Digitized by Google

daß immer die gleiche Abbiege-Schwingungsbeanspruchung in der Seilaußenlage auftrat. Schwingungsweite und Knotenabstand wurden aus der gewählten Schwingungsbeanspruchung rechnerisch bestimmt. Nach beendetem Versuch wurden die Zahl der gebrochenen Aluminiumdrähte und die Schwingungszahl festgestellt. Aus diesen wurde die sogenannte Vergleichszahl ermittelt. Diese wurde in der folgenden Form festgestellt:

$$\text{Vergleichszahl} = \frac{\text{Schwingungszahl (in Mill)} \cdot \text{Gesamtzahl der Al-Drähte}}{\text{Zahl der Al-Drahtbrüche}}$$

Diese Formel setzt eine lineare Abhängigkeit der Drahtbruchzahl von der Schwingungszahl bei gleichen Seilarten voraus. Dies trifft sicherlich nur in engen Grenzen zu, so daß große Unterschiede in der Zahl der Aderbrüche bei den einzelnen Versuchen nicht zugelassen werden durften. Durch das Einsetzen der Anzahl der Al-Drähte in die Formel wird berücksichtigt, wie groß der bereits zerstörte Querschnittsanteil ist. Aus den Versuchen ergab sich, daß die Schwingungsfestigkeit bei den starkdrähtigen Seilen etwas geringer als bei den dünndrähtigen ist. Wie zu erwarten war, steigt die Schwingungsfestigkeit bei Verringerung der Zugspannung erheblich an.

Die Hauptergebnisse der gesamten Versuche können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

1. Dickdrähtige Seile haben eine geringere Schwingungsfestigkeit als dünndrähtige.
2. Das schwingungstechnische Verhalten der Stahlaluminiumseile wird mit zunehmendem Stahlanteil günstiger.
3. Eine wesentliche Verbesserung der schwingungstechnischen Eigenschaften läßt sich durch Senkung der Vorspannung erzielen.
4. Die bisher verlegten Stahlaluminiumseile Nr. 95, 1 : 6 und 1 : 4,3 und das Kupferhohlseil haben sich im Betrieb schwingungstechnisch gut bewährt. Daher ist auf Grund der Versuche ein noch günstigeres Verhalten der Stahlaluminiumseile mit größerem Stahlanteil zu erwarten.

[P. Behrens und H. Hutter, Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 331; 5 S., 8 Abb.] *Sws.*

621. 315. 33: . 616 **Leitungen mit Kunststoffisolation in Starkstromanlagen.** — In England wurden durch ein chemisches Werk Leitungen ausgestellt, deren Isolation aus Neopren, einem polymerisierten Chloropren, besteht. Der Kunststoff hat kautschukartige Eigenschaften und läßt sich leicht bearbeiten. Im Gegensatz zu dem früheren Gummiersatz, dem Isopren, sind seine Moleküle wie in natürlichem Gummi kettenförmig gebunden. Er ist weitgehend öl- und ozonbeständig, weniger gasdurchlässig als Naturkautschuk und wird von Chemikalien kaum angegriffen. Auf Grund seiner Ölbeständigkeit ist der Kunststoff auch für Treibriemen in Ölatmosphären geeignet. Ozonbeständige Hochspannungsleitungen für Neonanlagen sind mit Vorteil daraus hergestellt worden. [Electrician 118 (1937) S. 589; ½ S., 1 Abb.] *Ptl.*

Elektrische Maschinen.

621. 313. 322. 025. 3. 004. 12 **Unstabiles Verhalten von Dreiphasengeneratoren bei hohem ohmschen Widerstand im Ständerkreis.** — Die bekannte Erscheinung, daß schwach gedämpfte Synchronmaschinen bei Erhöhung des ohmschen Widerstandes im Ständerkreis zum Pendeln neigen, wird nach der einfachen und klaren Darstellung von A. v. Timascheff[1]) durch Versuche an einem 20 kVA-Generator durch F. T. Wall näher untersucht. Bei einem gewissen Pendelschlupf σ ist die negative synchrone Dämpfung:

$$W_\varrho = -\left[\frac{3E^2}{X} \cdot \frac{\sin 4\lambda}{4}\right]\sigma .$$

Zu dieser synchronen Dämpfung, die lediglich durch die ohmschen und Blindwiderstände des Ständerkreises $\operatorname{tg}\lambda = R/X$ und die Größe der Erregung E bestimmt ist, kommt die eigentliche asynchrone Dämpfung der Dämpferkreise im Läufer hinzu:

$$W_D = W_0 \frac{\sigma}{\sigma_0} .$$

Dabei ist W_0 die Nennleistung und σ_0 der Schlupf bei Nennlast. Die resultierende Dämpfung W_λ ist dann im Verhältnis zur Nennleistung W_0:

$$\frac{W_\lambda}{W_0} = \left[\frac{1}{\sigma_0} - \left(\frac{E}{V}\right)^2 \cdot \frac{1}{\varepsilon}\left(\frac{\sin 4\lambda}{4}\right)\right]\sigma$$

[1]) Siemens-Z. 15 (1935) S. 269.

wobei V die Nennspannung und $\varepsilon = \frac{I_0 X}{V}$ die relative Gesamtstreuung der Maschine bedeuten. Überwiegt nun bei schwacher asynchroner Dämpfung W_D die negative synchrone Dämpfung W_ϱ, dann werden entstehende Pendelungen angefacht.

Durch Erhöhung des ohmschen Widerstandes im Ständerkreis der untersuchten Maschine und bei geschwächter Dämpferwicklung wurde bei Nennlasterregung des Generators und bei einem ohmschen Ständerwiderstand von 1,5 bis 3,5 Ω die resultierende Dämpfung negativ. Beträgt die Erregung nur 85% der Nennlasterregung, dann bleibt die resultierende Dämpfung stets positiv und das Dämpfungsverhältnis W_λ/W_0 kommt nicht unter 0,1.

War die Dämpferwicklung eingebaut, dann wurde bei voller Erregung die resultierende Dämpfung erst bei höherem Ständerwiderstand (5,3 Ω) zu Null. Die ausgeführten Oszillogramme zeigen die gute Übereinstimmung von Rechnung und Messung. [T. E. Wall, Engineering 143 (1937) S. 109; 2 S., 9 Abb.] *Ttl.*

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 653 : 621. 791. 7 **Das Ignitron als Schweißzeitschalter.** — Vor 2 oder 3 Jahren war das Ignitron noch in der Entwicklung[1]) und fand fast keine praktische Verwendung. Heute dient es bereits in vielen großen Schweißmaschinenanlagen als Wechselstromschalter. Es ist für diesen Zweck besonders geeignet, da seine Quecksilberkathode außerordentlich große Scheitelströme zuläßt. Seine weitgehende Anwendung hat zu einer raschen technischen Vervollkommnung in seinem Aufbau geführt. Die ursprüngliche Form eines luftgekühlten Glasgefäßes wird jetzt durch ein von der Pumpe abgeschmolzenes wassergekühltes Metallgefäß ersetzt. Die Anode und der Halbleiterstift für die Zündung werden durch Glaseinschmelzungen mit dem Metallentladungsgefäß verbunden. Für diese vakuumdichten Glaseinschmelzungen hat sich eine Legierung aus Eisen, Nickel und Kobalt als sehr geeignet erwiesen[2]). Wenn die Teile des Entladungsgefäßes, die mit dem Kühlwasser in Berührung kommen, aus rostfreiem Stahl hergestellt werden, sind Korrosionserscheinungen und Diffusion von Wasserstoff-Ionen in den Entladungsraum nicht zu befürchten. Das wassergekühlte Ignitron aus Metall zeichnet sich durch folgende Merkmale aus: Unzerbrechlichkeit, kleine Abmessungen, hohe Belastbarkeit (7000 A Scheitelstrom bzw. 250 A Effektivstrom), leichte Auswechselbarkeit und gute Lebensdauer. [D. Packard u. J. H. Hutschings, Electr. Engng. 56 (1937) S. 37; 5 S., 6 Abb.] —*ffe.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 76 **Ueber ein hochempfindliches und trägheitsloses Frequenzmeßgerät.** — Die Arbeit behandelt einen direkt zeigenden Frequenzmesser für zunächst 500 Hz. Das Verfahren des Verfassers beruht auf dem sogenannten Phasensprung. Die hohe Empfindlichkeit kommt dadurch zustande, daß die kleinen durch den Phasensprung an sich schon stark frequenzabhängigen Phasenwinkel darüber hinaus noch durch 20fache Frequenzübersetzung in zwei ruhenden Frequenzwandlern verzwanzigfacht werden. Abgelesen wird an einem Phasenmesser, dessen Skala unmittelbar in relativen Frequenzabweichungen von 500 Hz geeicht ist. Als trägheitsloser und direkt zeigender Phasenmesser dient das Braunsche Rohr in einer vom Verfasser angegebenen einfachen Schaltung. Die Skala umfaßt ± 0,9 ‰ der Normalfrequenz. Oszillographische Aufzeichnung der Zeigerausschläge ist möglich. Das Gerät arbeitet weitgehend unabhängig von Kurvenform und Amplitude. Die elektrischen Einschwingzeiten liegen in der Größenordnung von Bruchteilen einer Zehntelsekunde. Eingehend wird der Frequenzbegriff behandelt, der — zunächst nur für periodische Eingangsspannung definiert — für den allgemeineren Fall nicht streng periodischer Eingangsspannung zweckmäßig erweitert und mit den Angaben des Gerätes in Einklang gebracht wird. Der Verfasser berichtet sodann über Frequenzmessungen, die er u. a. an einer Hochfrequenzmaschine mit Schmidt'schem Drehzahlregler bei verschiedenartiger Belastung vorgenommen hat, wobei die Empfindlichkeit und Trägheitslosigkeit des Gerätes zu bemerkenswerten Einblicken in den feineren Ablauf der Reglervorgänge führten. Durch Vorschalten eines ruhenden Frequenzwandlers von 50 auf 500 Hz läßt sich der Frequenz-

[1]) J. Slepian u. L. R. Ludwig, Electr. Engng. 52 (1933) S. 605.
[2]) A. W. Hull u. E. E. Burger, Physics 5 (1934) S. 384.

Digitized by Google

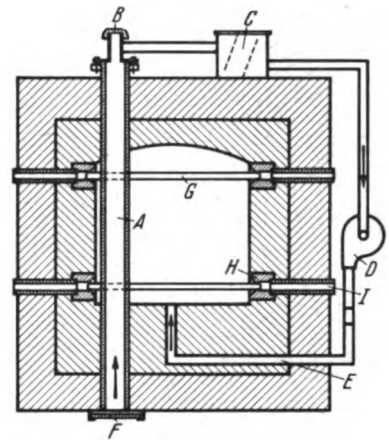
messer für 500 Hz in einen solchen für 50 Hz verwandeln. Der Meßbereich umfaßt auch in diesem Falle $\pm 0{,}9\,‰$. Das Gerät für 50 Hz wurde zu umfangreichen Messungen an den verschiedenen Berliner Wechselstromnetzen verwendet. Die Versuche ergaben in jedem Fall, daß den bekannten von den Kraftwerken aufgezeichneten großen und langsamen Frequenzschwankungen noch ein rasches Oszillieren der Frequenz überlagert ist, das nur infolge der relativen Trägheit und Unempfindlichkeit der landläufigen elektrodynamischen Frequenzmesser der Beobachtung bisher entgangen war. Das Oszillieren der Frequenz ist im selben Netz örtlich und zeitlich verschieden, so daß der Frequenzzustand eines Netzes im Feinen keineswegs zur selben Zeit überall derselbe sein muß. Als Ursache des Oszillierens, das gelegentlich $\pm 0{,}2\,‰$ erreichte, wurden frequenzmodulierende Schaltvorgänge im Netz und kleine vermutlich von der Antriebsseite herrührende Ungleichförmigkeiten im Lauf der Generatoren erkannt. [W. Lutz, Dissertation T. H. München 1936; 91 S., 84 Abb.] *vb.*

Lichttechnik.

621. 32 (73/79) Fortschritte der Beleuchtungstechnik in den V. S. Amerika im Jahre 1936. — Die in Amerika seit 3 Jahren bestehende „Better Light-Better Sight"-Bewegung, die es zunächst als wichtigste Aufgabe ansah, für ausreichende Beleuchtungsstärken zu sorgen, betrachtet jetzt die lichttechnischen Fragen hauptsächlich unter dem Gesichtspunkt der Güte der Beleuchtung. Die große Zahl der mit der Verbreitung lichttechnischer Kenntnisse beschäftigten Personen, sowie die Einrichtung zahlreicher Beratungsstellen zeigt, welchen Wert man auf richtige Beleuchtung legt. Die Weiterentwicklung der Lichtquellen erstreckte sich hauptsächlich auf die Metalldampflampen. Zwei neue Quecksilberdampflampen, eine 250 W-Lampe und eine 85 W-Lampe wurden auf den Markt gebracht. Die 250 W-Lampe ist für jede Brennlage geeignet. Sie steht jedoch in der Lichtausbeute hinter der in Deutschland bekannten HgH 1000 zurück. Bei der 85 W-Lampe findet die Entladung in einer kleinen Quarzröhre statt. In bezug auf Lichtstrom und Lichtausbeute entspricht sie etwa der HgH 300. Interessant ist, daß in Amerika Quecksilberdampflampen hauptsächlich in der Industrie benutzt werden. Am 1. 6. vergangenen Jahres waren 29 000 Quecksilberdampflampen im Betrieb. 37% hiervon wurden in der Automobil-Industrie, 47% in Metallwerken, 6% in der Textil-Industrie und 1,4% in anderen gewerblichen Anlagen verwendet. Für Straßenbeleuchtung ist nur eine relativ kleinere Anzahl von Lampen im Betrieb, während in England etwa 6000 bis 8000 Lampen hierfür verwendet werden. Unter dem Namen „Sterilamp" ist eine Lampe herausgebracht worden, die hauptsächlich ultraviolette Strahlung bestimmter Wellenlänge aussendet. Sie wird zur Bestrahlung von Lebensmitteln benutzt und bewirkt, daß die vorhandenen Bakterien abgetötet werden und die Haltbarkeit der Lebensmittel erhöht wird. Bei hochbelasteten Glühlampen versuchte man, die Schwärzung des Kolbens durch Einbringen zweier Drahtgitter oberhalb des Leuchtkörpers zu vermindern. Die verdampften Wolframteilchen sollen sich auf dem Gitter sammeln, so daß der Kolben klar bleibt. Auf dem Gebiet der Straßenbeleuchtung besteht das Bestreben, den Wirkungsgrad der Leuchten zu erhöhen. Während im Jahre 1933 etwa 26 bis 27% des Lichtstromes der Lampe auf die zu beleuchtende Straßenfläche gerichtet wurden, gelingt es heute, 41 bis 43% des erzeugten Lichtstromes auszunutzen. Der Beleuchtung von Eisenbahnwagen wurde ebenfalls besondere Beachtung geschenkt. Im allgemeinen sind die Beleuchtungsstärken in neueren Zügen so gehalten, daß sie nahezu als ausreichend angesprochen werden können. Es wurde eine neue Leuchte entwickelt, die an der Seitenwand des Wagens angebracht und deren Lichtstrom so gerichtet ist, daß ein gutes Lesen ermöglicht wird. Trotzdem nur eine 25 W-Lampe in dieser Leuchte verwendet wird, ergibt sich auf der Lesefläche eine Beleuchtungsstärke von etwa 100 bis 200 HLx. Die auf dem Gebiet der Industriebeleuchtung, ferner der Beleuchtung von Schulen, Geschäften und dergl. erzielten Fortschritte erstrecken sich hauptsächlich auf die Verbesserung bzw. Entwicklung geeigneter Leuchten bzw. Reflektoren. Bei der Tonaufzeichnung für Tonfilme hat man durch Verwendung von ultraviolettem Licht Erfolge erzielt. Die Verminderung von Abbildungsfehlern durch Anwendung der monochromatischen Strahlung sowie das gleichmäßigere Eindringen dieses Lichtes in die Emulsion des Filmes ergeben eine schärfere und damit qualitativ bessere Tonaufzeichnung. [W. C. Brown, Trans. Illum. Engng. Soc. 31 (1936) S. 842; 17 S., 21 Abb.] *M. W.*

Elektrowärme.

621. 365. 4/.5 : 666. 5 Vorversuche für die Entwicklung eines ununterbrochen arbeitenden elektrischen Ofens zum Brennen keramischer Stoffe bei hohen Temperaturen. — Die Brennversuche wurden mit einem Porzellan, das 50% Kaolin, 33% Feldspat und 17% Quarz enthielt, durchgeführt. Zum Glühbrand ist eine Temperatur von etwa 900° und zum Aufbrennen der Glasur eine Temperatur von 1300° bis 1400° C nötig. Der Glattbrand beginnt bei einer Temperatur von etwa 1000° C und muß unter reduzierender Atmosphäre vorgenommen werden, weil sonst die im Ausgangsstoff immer enthaltenen Spuren von Eisen eine Verfärbung des Porzellans bewirken. Durch Probestücke mit den dünnsten Wandstärken bis zu 9,5 mm Dicke wurde das ganze Gebiet



A Rohr aus Silizium-Carbid
B abnehmbare Kappe zum Nachfüllen von Holzkohle oder Koks
C Drosselkasten
D Lüfter
E Gaseinlaß
F abnehmbarer Rost

Abb. 2. Elektrischer Ofen zum Brennen keramischer Stoffe.

der Speisegeschirrherstellung erfaßt. An runden Probezylindern von 152,4 mm Länge und 76,2 mm Dmr. wurde das Eindringen der Wärme und die Sinterung untersucht. Die Versuche wurden in verschiedenen Versuchsöfen von annähernd gleichem Ofenquerschnitt vorgenommen. Als Heizwiderstände wurden teils Silizium-Carbid und teils Graphit verwandt. Die Heizung war entweder an Decke und Boden oder an den Seitenwänden untergebracht. Abb. 2 zeigt die Einrichtung zur Erzeugung und Einführung der Schutzgasatmosphäre in den Ofen. Außerdem wurden Brennversuche im Hochfrequenzofen durchgeführt.

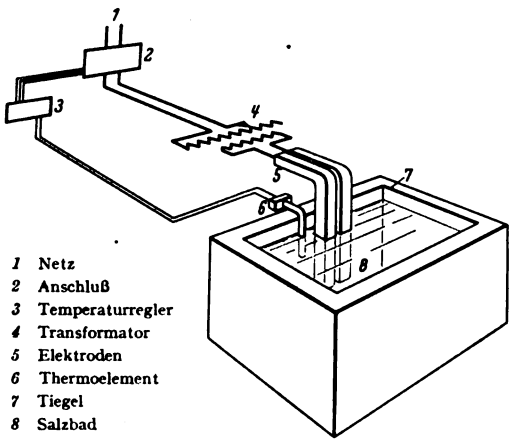
Folgendes wurde festgestellt:

1. Ob die Wärme in Silizium-Carbid- oder Graphit-Widerständen oder durch Hochfrequenz erzeugt wurde, hatte auf die Ware keinen Einfluß.
2. Die Heizung von Decke und Boden ist der Heizung der Wände vorzuziehen.
3. Weitgehende Änderung der Vorwärmezeit hat keinen ungünstigen Einfluß.
4. Zu schnelles Aufheizen zwischen 1100° C und der Endtemperatur verhindert einen Teil des Gases am Entweichen durch die bereits gesinterte oder geschmolzene Glasur.
5. Durch die Möglichkeit, die Wärme dem Stoff so schnell zuzuführen, als er sie aufnehmen kann, wird eine wesentliche Verkürzung der Brennzeit erreicht.
6. Die reduzierende Atmosphäre, die das Eisen aus den Ferri- in den Ferro-Zustand überführt und der Ware die reine Farbe erhält, soll von 900 bis 1100° C zugeführt werden. Der Anteil des Kohlenmonoxydes kann zwischen 3 bis 30% liegen.
7. Das Zuführen des Schutzgases bei niedrigeren Temperaturen bietet in bezug auf die Güte der Ware keine Vorteile.
8. Das Zuführen einer verhältnismäßig reinen Mischung von Kohlenmonoxyd und Kohlendioxyd scheint gegenüber der reduzierenden Atmosphäre aus Kohlenwasserstoffgas oder Kohlenwasserstofföl Vorteile zu bieten.
9. Das Abkühlen der Ware unter Schutzgas bis zu Temperaturen von 900° C scheint günstig zu sein.
10. Braune Flecke, Blasen und rauhe Glasur treten als Folge des Eindringens von Kohlenstoffmonoxyd in die Glasur und das Porzellan auf.

Abschließend stellen die Verfasser die Vorteile und Nachteile des elektrischen und brennstoffgeheizten Ofens gegenüber. [R. E. Gould und G. Toole, Electrochem. Soc. 70—11 (1936) S. 123; 16 S., 10 Abb.] *Kps.*

Digitized by Google

621. 365. 414 **Der Ajax-Hultgren Salzbadofen.** — Die Oberflächenhärtung von Metallen im Salzbad ist abhängig von der Art des zu behandelnden Stahles von der Badzusammensetzung, von der Dauer der Behandlung und der Temperatur des Bades. Die Verwendung schnell wirkenden Cyanides ist eine neuere Anwendung. Die Härte dringt tiefer in die Oberfläche ein. Als Beschleuniger wird gewöhnlich $CaCl_2$ oder $BaCl_2$ verwendet. Es wird Kohlenstoff frei und dies erklärt die tiefere Härteschicht der Oberfläche. Die bisher verwendeten ölgefeuerten Cyanidbäder werden durch elektrische Salzbadöfen nach Art der Ajax-Hulgren-Öfen ersetzt (Abb. 3). Wechselstrom von 8 bis 32 V und 1000 bis 5000 A wird mittels eines Elektrodenpaares durch das Bad geschickt. Der Verfasser stellt als Hauptvorteil dieser Öfen fest, daß die Feuerungskosten um die Hälfte niedriger liegen als beim ölgefeuerten Ofen. [W. M. Adam jun. Electrochem. Soc. 70—25 (1936) S. 301; 16 S., 7 Abb.] *Kps.*



1 Netz
2 Anschluß
3 Temperaturregler
4 Transformator
5 Elektroden
6 Thermoelement
7 Tiegel
8 Salzbad

Abb. 3. Wirkungsweise des Ajax-Hultgren-Salzbadofens.

Fernmeldetechnik.

621. 395. 5. 013. 7 : 621. 33 **Die Fernmelde-Kabelanlagen der Höllental- und Dreiseenbahn.** — Anläßlich der Elektrisierung der Höllental- und Dreiseenbahn, die mit Einphasenstrom von 50 Hz und 20 kV ausgeführt wurde[1]), wurden wegen der zu erwartenden Beeinflussung die am Bahnkörper verlegten Fernmelde- und Sicherungsleitungen der Deutschen Reichsbahn verkabelt. Längs der Höllentalbahn wurde ein 24paariges sternverseiltes Kabel und längs der Dreiseenbahn ein 16paariges sternverseiltes Kabel verlegt. Die Kabelanlage zeigt in bezug auf Aufbau, Pupinisierung, Beschaltung und hinsichtlich der elektrischen Werte nichts Besonderes. Bemerkenswert ist aber die Bewehrung. Während gewöhnliche Kabel eine Bewehrung von 2 Lagen 0,8 mm starkem Bandeisen haben, besteht bei diesen Kabeln mit Rücksicht auf die zu erwartende Beeinflussung die Bewehrung aus vier Silizium-Eisen-Bändern von je 0,5 mm Stärke. Anschließend geht der Verfasser auf die magnetische Beeinflussung von Fernmeldekabeln durch den Bahnstrom ein und erläutert die kompensierende Wirkung des Schienenstromes und des Kabelmantelstromes. Der „Schutzfaktor" des Kabels ist das Verhältnis der Aderspannung zur Mantelspannung. Eine Erhöhung der Schutzwirkung des Mantels (kleinerer Schutzfaktor) läßt sich erreichen entweder durch Verkleinern des Gleichstromwiderstandes des Mantels (größerer Bleiquerschnitt; Parallelschalten von Kupferleitern zum Bleimantel) oder durch Erhöhen der Induktivität des Mantels durch Verwendung von hochpermeablem Bewehrungseisen. Nur einige Versuchskabel sind nach dem erstgenannten Verfahren mit zusätzlichen Kupferleitern ausgeführt worden; wegen der größeren Wirtschaftlichkeit wird meist die erforderliche Schutzwirkung durch einen entsprechenden Aufbau der Kabelbewehrung sichergestellt. Schaubilder zeigen die Entwicklung der Permeabilität des Bewehrungseisens in den letzten 14 Jahren und die sich aus den Permeabilitätskurven ergebenden Schutzfaktoren bei der allgemein verwendeten Bahnfrequenz von $16^2/_3$ Hz für mehrere Kabelaufbauten in Abhängigkeit von der induzierten Längsspannung. Z. B. sind mit verbessertem Sonderbandeisen bei induzierten Spannungen zwischen 40 und 110 V/km Schutzfaktorwerte unter 0,3 für Kabel mit einem Durchmesser von 22,5 mm unter Blei erreicht worden, bei Anwendung besonderer Maßnahmen zur Erhöhung der Permeabilität sogar Schutzfaktoren unter 0,2. Bei dickeren Kabeln sind die Werte noch etwas günstiger.

Auf der Höllentalbahn erwartet man zunächst wegen der höheren Frequenz von 50 Hz die dreifache induzierte Spannung. Es sind aber infolge des besseren Schutzfaktors, des höheren Schienenstromes (im Mittel 50% bei der Höllentalbahn) und des bei gleicher Leistung geringeren Fahrdrahtstromes (höhere Spannung; 20 kV bei 50 Hz statt 15 kV bei $16^2/_3$ Hz) die in der Kabelader durch die Grundwelle induzierten Spannungen etwa gleich groß. Neben der Grundwelle wirken auch die Oberschwingungen des Bahnstromes, die in der Hauptsache von den Fahrzeugen ausgehen, auf die Fernmeldekabel ein. Für die Höllentalbahn sind sowohl Stromrichterlokomotiven als auch solche mit Motoren für 50 Hz beschafft worden. Von den nur mit Motoren ausgerüsteten Lokomotiven sind keine Störungen zu erwarten; die von ihnen erzeugten Störspannungen werden auf die Kabelader etwa die gleiche Wirkung ausüben wie die Störspannungen der $16^2/_3$ Hz-Fahrzeuge. Die Stromrichterlokomotiven werden, insbesondere bei Anwendung der Gittersteuerung, die Störspannung der Fahrleitung vergrößern. Doch ist anzunehmen, daß auch durch die vergrößerte Störspannung infolge der guten Symmetrie der Fernmeldeanlagen keine Störungen auftreten werden. [Dobmaier, Elektr. Bahnen 12 (1936) S. 234; 8 S., 13 Abb.] *el.*

621. 395. 722 : 621. 316. 99 **Erdungen für Wählerämter in ländlichen Bezirken.** — Die Aufgaben der Erdung in Wählerämtern sind gegenüber den Handämtern wichtiger geworden, so daß es angebracht war, die in ländlichen Bezirken benutzten Erdungen einmal eingehend auf ihre Wirkungsweise zu untersuchen und allgemeine Regeln für den Bau anzugeben. Zwei Arten von Erdern kommen für die Erdungen zur Verwendung: In die Erde gesteckte Stabstahlstücke in T-Form, oder ein aus Kupferdrähten zusammengestelltes Netz. Der Widerstand der Erdung darf je nach dem Umfang der Wählerämter, die man nach ihrer Ausstattung in 7 Klassen (A bis G) unterteilt hat, 3 bis 10 Ω nicht überschreiten (3 Ω für die Klassen A und B, 5 Ω für C und D und 10 Ω für E, F, G). Der Erder aus Stabstahl ist etwa 2 m lang, an einem Ende zugespitzt, so daß man ihn leicht in das Erdreich einstoßen kann, und ist mit einem 4 mm starken ausgeglühten Stahldraht, der etwa in der halben Länge des Eisenstücks angelötet ist, verbunden. Der elektrische Widerstand des Erders schwankt je nach den Bodenverhältnissen zwischen 3 und 60 Ω. Man verwendet für die Amtsklassen E, F, G drei und für die Klassen A, B, C, D, fünf derartige Erder. Die einzelnen Erder werden im Abstand von 1 bis 2 m in grader Linie, in Dreiecksform u. ä. angeordnet. Die Stahldrähte der Erder werden vereinigt und dann mit einem Seil aus sechs 2 mm starken ausgeglühten Kupferdrähten oberhalb des Erdbodens verlötet. Dieses Kupferseil bildet die Erdzuleitung der Erdung.

Man wendet diesen Erder überall da an, wo das Erdreich das Einstoßen leicht gestattet. Wo dies nicht der Fall ist und wo die Befürchtung besteht, daß infolge Austrocknens des Erdreichs der Widerstand unzulässig hoch wird, benutzt man den zweiten Erder aus einem Kupferdrahtnetz. Dieses Netz wird mit Hilfe einer Form hergestellt. Die Form besteht aus 2 Längsstücken von je 2,30 m Länge, auf denen abwechselnd 26 cm und 20 cm breite Konsolen aufgeschraubt sind. Auf dieser Form werden nun die ausgeglühten Kupferdrähte von 3 mm für den Einschlag des Netzes und 2 bis 2,5 mm für die Kette verwoben. Man erhält dann ein Geflecht von 4,60 m Länge und 0,26 m Breite. Man verwendet für die Amtsklassen E, F, G ein Netz, für C und D zwei und für A und B drei derartige Netze als Erder. Jedes Netz ist unabhängig von den anderen in einem Graben von 0,50 bis 1,50 m Tiefe je nach der Örtlichkeit auszulegen. Die Enddrähte der Netze werden wie bei den Stabstahlerdern mit den Erdzuleitungen verbunden. Eine Reihe von Erdungen der ersten Art ist untersucht und gemessen worden. Hierbei hat sich herausgestellt, daß die Widerstände der Erdungen, bei denen sich die Erder leicht eindrücken ließen, sehr günstig waren (in einer angegebenen Zusammenstellung 2 bis 7 Ω). Sobald aber Schwierigkeiten bei dem Einführen der Erder auftraten, ergaben sich auch erheblich höhere Erdungswiderstände.

Weniger einfach liegen die Verhältnisse bei der Verwendung der zweiten Art von Erdern. In gutem Erdboden hatten die Erder einen Widerstand von 2 bis 7 Ω unabhängig von der Art des Bodens. In schlechtem Boden, wo die Stabstahlerder nicht

[1]) ETZ 57 (1936) S. 1073 u. 1113.

Digitized by Google

eingeschlagen werden können, wurden Widerstände von 12 bis 20 Ω gefunden. Die geringsten Kosten an Stoff und Arbeit verursachen die Stabstahlerder, während für die Netzerder an Herstellung, Verlegung und Werkstoff bedeutend höhere Aufwendungen gemacht werden müssen. Man kann aus den Untersuchungen schließen, daß die beiden Erderarten für eine ausreichende Erdung der Wählerämter genügen. [J. Dauvin, Ann. Post. Télégr. Téléph. 26 (1937) S. 108; 11 S., 4 Abb.]
Klst.

654. 15. 03 **Gebührenzählung während der Ferngespräche.** — Im Handbetrieb wird das erfolgreiche Gespräch von der Beamtin am Platz auf einen Gesprächszettel geschrieben oder durch Tastendruck auf einem Gesprächszähler vermerkt. Im Selbstwählverkehr (Ortsverkehr) findet die Zählung am Schluß des Gesprächs selbsttätig statt. Im Selbstwählfernverkehr erhalten die Teilnehmerzähler die Zählimpulse durch Zeitzonenzähler. Weil nun hier der Anschluß nach Gesprächsschluß während der Zählung gegebenenfalls einige Sekunden gesperrt wird, setzt sich der Verfasser für eine Zählung schon während des Gesprächs ein (entweder am Ende oder am Anfang der Gebühreneinheit). Der Verfasser beschreibt dann einige Schaltungen für Gebührenanzeiger, d. s. Gesprächszähler, die sich beim Teilnehmerapparat befinden, die dies zulassen. Oft werden Simultanschaltungen mit Wechselstrom von 50 Hz aus dem Lichtnetz angewendet, wobei die Erde als Rückleitung benutzt wird. Erforderlich sind hierbei u. a. je ein Tiefpaß zur Beseitigung der Oberschwingungen der Wechselstromquelle, sowie Sperrkreise oder Ringübertrager, die eine Einwirkung von Unsymmetrien aus den Amtsschaltungen fernhalten. Ist die Benutzung der Erde oder eine besondere Rückleitung unerwünscht, so können auch beide Sprechadern zur Einstellung des Gebührenanzeigers benutzt werden; dann muß aber auch die Teilnehmersprechstelle mit Sperrkreisen abgeriegelt werden.

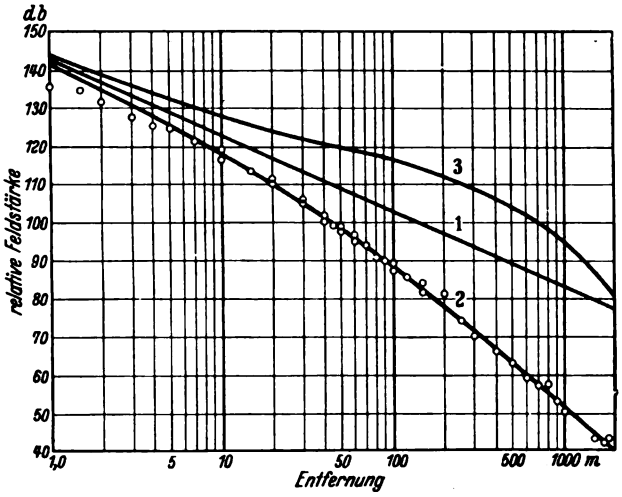
Erwähnt werden dann noch Schaltungen mit Einstellung des Gebührenanzeigers über die b-Ader allein, über besondere Erdrückleitungen sowie Schaltungen mit induktiver Stromstoßgabe und zwar in der üblichen Weise simultan. Störgeräusche durch Überspannungen beim Schalten werden, wenn erforderlich, durch Glimmlampen abgefangen. Schließlich kann man auch mit anderen Frequenzen als 50 Hz arbeiten; dann werden besondere Resonanzrelais als Empfänger verwendet. Wenn auch mit diesen Schaltungen der sprechende Teilnehmer durch den Zählvorgang nicht gestört wird, so erwähnt doch der Verfasser nicht den wesentlichen Mehraufwand, der bei diesen Lösungen im Gegensatz zu Schaltungen für Gesprächszählung am Schluß des Gespräches nötig ist. Im praktischen Betrieb hat die sehr kurze Sperrung des Anschlusses während des Zählens nach Schluß des Gesprächs nicht zu Klagen Anlaß gegeben. [J. Boyen, Fortschr. Fernspr.-Techn. 16 (1936) S. 23; 4 S., 11 Abb.] *Pt.*

621. 395. 342 **Das Schrittwählersystem im Selbstwähler-Fernverkehr der Schweiz.** — Der Verfasser gibt im ersten Teil seiner Arbeit einen Überblick über die für den Selbstwählverkehr innerhalb der Netzgruppen Lausanne, Bern und Biel angewendete Technik und behandelt anschließend die Fernwahl und den Selbstwählverkehr zwischen Teilnehmern verschiedener Netzgruppen. Der Selbstwählverkehr innerhalb der Netzgruppen wickelt sich mit verdeckten Kennziffern ab, wobei zur Auswahl des gewünschten Verkehrsweges von Umsteuerwählern Gebrauch gemacht wird, über die der rufende Teilnehmer sofort nach dem Aushängen des Hörers mit dem Hauptamt verbunden wird. Je nach den gewählten Ziffern erfolgt dann die Umsteuerung auf Wähler des eigenen Amtes oder des Knotenamtsbezirks. Um die bei diesem Verfahren unvermeidlichen Blindbelegungszeiten der Leitungen zum Hauptamt abzukürzen, wurden bei einigen größeren Ämtern an Stelle von Umsteuerwählern Mischwähler, die parallel zu den I. GW angeordnet sind, vorgesehen. Die Leitungen zwischen Haupt- und Knotenämtern sind durchweg, die nach den Endämtern vorwiegend für Wechselstromwahl (50 Hz) eingerichtet, wobei weitgehend von Viererbildung und wechselseitigem Betrieb Gebrauch gemacht wird. Zum Ausgleich der bei der Wechselstromwahl unvermeidlichen Stromstoßverzerrungen sind die Übertragungen mit Stromstoßreglern mit verschobener Weitergabe der Stromstöße ausgerüstet.

Neben dem Selbstwählfernverkehr innerhalb der einzelnen Netzgruppen wurde in größerem Umfange Fernwahl eingerichtet. Hierfür hat man zunächst Wechselstromwahl und später auch Induktionswahl vorgesehen. Für die Wahl über Leitungen mit Zwischenverstärkern wird die Wechselstromwahl mit Verstärkerumgehung in Verbindung mit Stromstoßreglern und bei längeren Leitungen die Tonfrequenzwahl angewendet. Bei der Tonfrequenzwahl sind sowohl Ein- als auch Zweifrequenzsysteme in Gebrauch. Nach den bisherigen Betriebserfahrungen hat sich das Einfrequenzsystem durchaus bewährt, so daß das Zweifrequenzsystem nicht für erforderlich gehalten wird.

Dem Fernwahlbetrieb folgte der vollselbsttätige Verkehr der Teilnehmer von Netzgruppe zu Netzgruppe. Dieser wurde 1930 zunächst zwischen Bern und Biel zugelassen und 1934 auf alle Teilnehmer der Netzgruppen Bern, Biel und Lausanne ausgedehnt, wobei man für den Verkehr zwischen den Netzgruppen offene, und zwar dreistellige Kennzahlen einführte, die inzwischen für sämtliche Netzgruppen der Schweiz nach einheitlichen Richtlinien aufgestellt worden sind. [O. Moser, Techn. Mitt. schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 15 (1937) S. 1; 21 S., 19 Abb.] *Zs.*

621. 396. 11 **Wellenausbreitung in der drahtlosen Telegraphie und Oberflächenwelle.** — Als Zenneck 1907 die Fortpflanzung der Wellen der drahtlosen Telegraphie längs der Erdoberfläche studierte, ergab sich die Frage, ob eine Antenne Oberflächenwellen oder Raumwellen aussendet. Ein



1 für vollkommen leitende, ebene Erdoberfläche
2 nach den Berechnungen von Weyl und Norton
3 nach der Formel von Sommerfeld und Rolf
Die eingetragenen Meßpunkte wurden in zwei Versuchsreihen gewonnen, beide für die 2 m-Welle und für Süßwasser

Abb. 4. Die Änderung der Feldstärke mit der Entfernung.

Beispiel für Raumwellen sind die Wellen in der Akustik, ein Beispiel für Oberflächenwellen sind diejenigen der Hydrodynamik. Zenneck fand, daß die Oberflächenwellen die tatsächlichen Verhältnisse bei der Ausbreitung auf große Entfernungen gut wiedergeben und nahm aus diesem Grunde an, daß man es in der drahtlosen Telegraphie mit Oberflächenwellen zu tun habe. Bald darauf fand Sommerfeld rechnerisch eine Lösung für die Strahlung einer Antenne, die eine zylindrische Oberflächenwelle enthält, welche für große Entfernungen von der Antenne der von Zenneck angenommenen Oberflächenwelle entspricht. Damit erschien die Annahme Zennecks gerechtfertigt. Die Sommerfeldschen Kurven, die die Änderung der Feldstärke mit der Entfernung angeben, wurden von Rolf erweitert und dadurch auf alle praktisch vorkommenden Bodenverhältnisse anwendbar. Diese Kurven wurden, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, allgemein angenommen. Weyl fand später auf anderem Weg eine Lösung des Problems, bei der die Oberflächenwelle nicht ohne weiteres erkennbar ist; doch glaubte er anscheinend, daß sein Ergebnis mit dem von Sommerfeld gleich wäre. Ähnlich verhält es sich mit einer Arbeit von van der Pol und Niessen über das gleiche Problem.

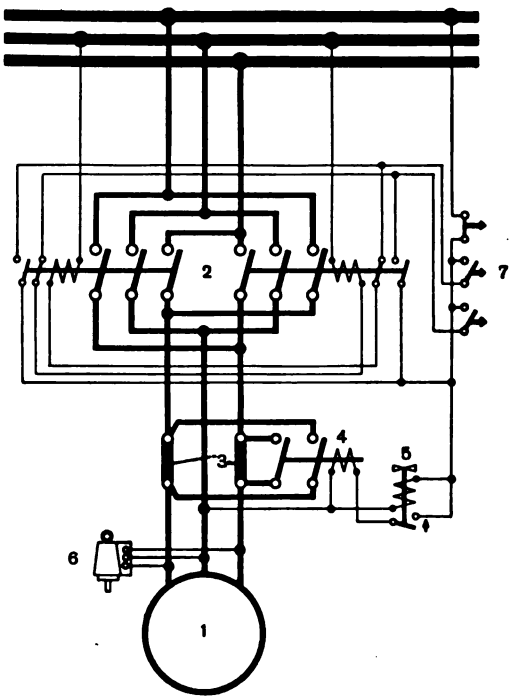
Die Versuche bestätigten die Theorie nicht immer, es kamen sogar große Abweichungen vor. Diese Abweichungen bewiesen aber nicht unbedingt ein Versagen der Formeln von Sommerfeld; die Bedingungen bei all diesen Versuchen waren so ungünstig, daß man die Abweichungen ebensogut Meßfehlern zuschreiben konnte. Erst in letzter Zeit haben verschiedene Forscher darauf hingewiesen, daß die Ergebnisse Sommerfelds mit denen von Weyl bzw. van der Pol und Niessen doch nicht übereinstimmen, ja daß sie gerade in der Frage der Oberflächen-

Digitized by Google

welle auseinandergehen. Diese mathematische Doppeldeutigkeit entschied nun Burrows durch den Versuch; er konnte dabei überzeugend dartun, daß einfache Antennen Sommerfeldsche Oberflächenwellen nicht ausstrahlen. Um saubere Versuchsbedingungen zu haben, verwendete Burrows für seine Messungen die 2-m-Welle über tiefem, ruhigem Süßwasser. Für die Änderung der Feldstärke mit der Entfernung vom Sender sind die Ergebnisse in Abb. 4 dargestellt. Die Messungen stimmen mit der Weyl-Nortonschen Theorie sehr gut überein, nicht aber mit der von Sommerfeld. Messungen der Feldstärkenänderungen mit der Antennenhöhe unter ähnlichen Bedingungen zeigten, daß die Empfangsfeldstärke mit der Antennenhöhe zunimmt, während die Feldstärke der Oberflächenwellen mit der Höhe abnehmen müßte. Der absolute Wert der Feldstärke ist etwa 100mal kleiner als es die Sommerfeld-Formel verlangt. Daher sind die Sommerfeld-Rolfschen Kurven in all den Fällen falsch, in denen die Dielektrizitätskonstante nicht vernachlässigt werden kann, während die neuen Reihenentwicklungen von Strutt und Wiese durch diese Versuche bestätigt werden. [Ch. R. Burrows, Proc. Inst. Radio Engrs., N.Y. 25 (1937) S. 219; 11 S., 5 Abb.] *Kht.*

Allgemeiner Maschinenbau.

621. 34 : 627. 43 **Die elektrischen Einrichtungen für Stauwehre.** — Der Wehrantrieb ist ein kurzzeitiger Betrieb mit einer verschwindend kleinen Schalthäufigkeit, der aber verhältnismäßig hohe Losbrechmomente verlangt, da bei starkem Frost die Führungen vereisen und das Fett in den

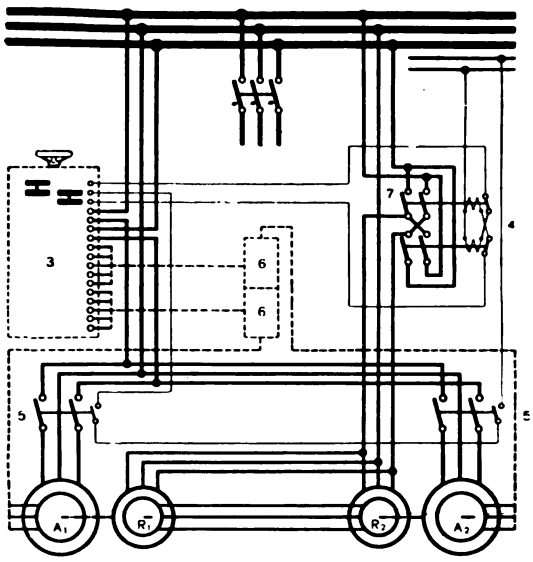


1 Motor
2 Wendeschütz
3 Vorschaltwiderstand
4 Kurzschlußschütz
5 Zeitrelais
6 Bremslüfter
7 Druckknöpfe

Abb. 5. Sanftanlaufschaltung.

Lagern steif wird. Die Auswahl der Motoren erfolgt daher ausschließlich nach dem Drehmoment, das im ungünstigsten Betriebsfall auftreten kann. Trotz der hohen Anlaufmomente wird ein stoßfreier Anlauf verlangt, da bei den großen Übersetzungen zwischen Kettentriebkolben und der Motorwelle ein verhältnismäßig großes Spiel in den Rädervorgelegen und auch in den Ketten auftritt. Während der Schleifringläufermotor, durch Steuerwalzen und Widerstände gesteuert, verhältnismäßig kleine Aufholmomente entwickeln kann, ist das beim Kurzschlußläufermotor, der neuerdings bei Fernsteuerungen bevorzugt wird, nicht möglich. Ist in dem Antrieb ein großes Spiel vorhanden, so läuft der nicht belastete Kurzschlußläufermotor in dem Bruchteil einer Sekunde hoch, so daß die Zähne der Räder oder die Bolzen der Ketten durch harte Schläge sehr stark beansprucht werden.

F. Jungblut bespricht verschiedene Steuerungen, u. a. auch eine Sanftanlaufschaltung (Abb. 5), bei der durch Vorschalten eines mehrphasigen Ständerwiderstandes die Anlaufspannung des Kurzschlußläufermotors sehr stark ab-



A_1 u. A_2 Antriebsmotoren
R_1 u. R_2 Richtmaschinen
3 Steuerwalze
4 u. *7* Ständerschütze der Richtmaschinen
5 Motorschalter
6 Anlaßwiderstände

Abb. 6. Gleichlaufschaltung mit Richtmaschinen.

gedrosselt wird. Infolgedessen sinkt das Anlaufdrehmoment des Motors mit dem Quadrat der Spannungsverminderung, so daß ein beliebig kleines Aufholmoment für Triebwerk und Kettenspiel eingestellt werden kann. Nach etwa 0,2 bis 2 s wird durch ein einstellbares Zeitrelais der mehrphasige Widerstand durch ein Schütz kurzgeschlossen, so daß der Motor sein volles Hochlaufmoment entwickeln kann.

In dem Aufsatz sind auch einige Vorschläge für Gleichlaufschaltungen von beidseitig angetriebenen Wehren behandelt. Bei großen Belastungsunterschieden wird der Gleichlauf durch besondere Richtmaschinen erzwungen, die starr mit den Antriebsmotoren gekuppelt werden (Abb. 6). Die Ständerwicklungen der Richtmaschinen liegen unmittelbar am Netz, während die Läufer elektrisch miteinander verbunden sind. Das Drehfeld der Richtmaschine läuft der mechanischen Drehung der Antriebsmotoren entgegengesetzt, so daß im Läufer bei Stillstand 50 Hz und bei Lauf 100 Hz auftreten. Dadurch entwickeln die Maschinen das in Tritt haltende Moment. Wenn durch äußere Einflüsse die Belastungswiderstände eines Antriebes größer werden und den Motor während des Laufes um einige Winkelgrade zurückzuhalten versuchen, so treten in den Richtmaschinen Ausgleichströme auf, d. h. also, die entlastete und schneller laufende Antriebsgruppe schickt über die Läuferverbindungen Leistung zu der stärker belasteten langsam laufenden Antriebsgruppe. Damit der Gleichlauf in jedem Falle aufrechterhalten wird, muß beim Einschalten und Ausschalten eine bestimmte Reihenfolge der Schaltvorgänge eingehalten werden. Beim Anlauf müssen also zuerst die Schützschalter der Richtmaschinen und dann erst die Schalter der Antriebsmaschinen eingelegt werden; beim Ausschalten umgekehrt, damit das in Tritt haltende Moment solange aufrechterhalten bleibt, bis die Bremsen eingefallen sind. Dann erst dürfen die Schützschalter der Richtmaschinen geöffnet werden. Im allgemeinen muß man mit der elektrischen Welle vorsichtig sein, da die Antriebe bei Spannungsrückgang sich selbst überlassen sind, also verschieden langsam auslaufen, wodurch räumliche Winkelverschiebungen im Getriebe eintreten. Werden diese nicht beseitigt, oder durch Überwachungseinrichtungen sofort kenntlichgemacht, so hält die Gleichlaufeinrichtung diese Winkelverschiebungen aufrecht statt sie zu verhüten. [F. Jungblut, BBC-Nachr. 24 (1937) S. 25; 10 S., 13 Abb.] *eb.*

Digitized by Google

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Geschichte und Stand der Mikrophon-Entwicklung.

Von Paul Just, Berlin.

621. 395. 61. 001. 6

Übersicht. Die geschichtliche Entwicklung des Mikrophons wird kurz geschildert und die in Deutschland hauptsächlich verwendeten Kohlemikrophone und hochwertigen Mikrophone werden beschrieben. Dann wird auf den Stand der Entwicklung näher eingegangen. Zum Schluß behandelt der Aufsatz die einzelnen, die Wiedergabegüte der Mikrophone beeinflussenden Faktoren (Verzerrungen und Geräusche) und ihre meßtechnische Erfassung.

1. Geschichtliches.

Wenn auch die Frage nach dem Erfinder des Fernsprechers noch umstritten wird, so steht für uns Deutsche und für jeden Unbefangenen fest, daß der in Friedrichsdorf im Taunus geborene Philipp Reis der erste war, dem es im Jahre 1860 gelungen ist, gesprochene Worte mit Hilfe elektrischer Ströme in die Ferne zu übertragen. Die technische Ausführung der von Reis entwickelten Geräte [5][1]) war noch nicht so vollkommen, daß sie für einen praktischen Betrieb verwendet werden konnten. Trotzdem gebührt Reis das unbestreitbare Verdienst, als erster die heute noch benutzte Form der Übertragung, bei der die an der Sendestelle auftretende Schallenergie die an der Empfangsstelle wirksam werdende elektrische Energie steuert, mit Erfolg ausgeführt zu haben. Man bezeichnet diese Schallempfänger heute als Relaisschallempfänger. Das von Reis entwickelte Kontaktmikrophon und sein elektromagnetischer Empfänger beruhen auf dem gleichen Prinzip wie die noch heute zum Fernsprechen benutzten Mikrophone und Hörer.

Einige Jahre später gelang Prof. Bell die erste Sprachübertragung mit Hilfe von Induktionsströmen. Bell hat mehrere nach dem gleichen Prinzip arbeitende Geber entwickelt. Abb. 1 zeigt die endgültige Ausführung, das sogenannte „Telephon von Bell". Auf das eine Ende eines Stahlmagneten in Stabform ist eine Spule aufgeschoben und davor eine am Rande fest eingespannte Membran aus dünnem Eisenblech angeordnet. Dieses „Telephon von Bell" bedeutete einen großen Fortschritt. Es war in der gleichen Ausführung sowohl als Sender wie auch als Empfänger zu benutzen und stellt somit die einfachste Form des Fernsprechers dar. Am 9. 10. 1876 wurde damit das erste Ferngespräch über eine etwa 3 km lange Telegraphenleitung geführt. Eine Überbrückung größerer Entfernungen war mit dem Bellschen Telephonsender nicht möglich; denn dieser bewirkte lediglich eine Umsetzung der aufgenommenen Schallenergie in elektromagnetische Energie, und auch dies noch mit sehr schlechtem Wirkungsgrad, weil ein wesentlicher Teil der Energie durch Wärmebildung in den Spulenwiderständen und im Eisen verloren ging. Der Grundgedanke des Reisschen Senders hingegen enthielt für das Fernsprechen über große Entfernungen einen wesentlich fruchtbareren, ja, wie die spätere Geschichte zeigt, allein entwicklungsfähigen Keim; denn hier wurde die Schallenergie selbst nicht umgesetzt, sondern nur zur Aussteuerung einer bereitgestellten elektrischen Energiequelle benutzt. Damit war die Möglichkeit gegeben, die ausgelöste elektromagnetische Übertragungsenergie gegenüber der steuernden Schallenergie zugleich zu verstärken, was dann auch bei dem später aufgekommenen Kohlemikrophon in hohem Maße erreicht worden ist. Als Hörer freilich ist das „Bell-Telephon" im Gebrauch geblieben. Es wird noch heute benutzt mit dem von Werner Siemens zur Erzielung größerer Lautstärke verwendeten Hufeisen- oder Ringeisen-Dauermagneten mit Induktionsspulen auf beiden Polen.

In dieser Zeit beschäftigte sich u. a. auch der amerikanische Professor Hughes mit der Verbesserung des Fernsprechers. Bei seinen eingehenden Versuchen mit den damals bekannt gewordenen Fernsprechgeräten erkannte er bald die große Tragweite und Fruchtbarkeit des im Sender von Reis verkörperten Gedankens des veränderlichen Kontaktes. Es gelang ihm, auf dieser Grundlage einen Sender mit Kohlekontakten zu entwickeln, dessen Empfindlichkeit sehr groß war. Von Hughes wurde der Geber oder Sender zum erstenmal als Mikrophon bezeichnet. Abb. 2 zeigt sein erstes Mikrophon. Ein Kohlestift ist mit seinen zugespitzten Enden in den Vertiefungen von zwei Kohlestückchen gelagert. An die Kohlestückchen ist die über eine Batterie zum Telephon führende Leitung angeschlossen. Dieses Kohlemikrophon ist für viele Jahre der Ausgangspunkt für die weitere Mikrophonentwicklung geblieben.

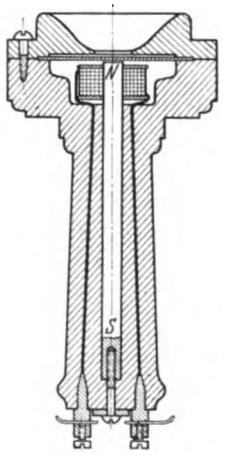


Abb. 1. Telephon von Bell (Aus Geschichte der Telegraphie von Th. Karrass, Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig).

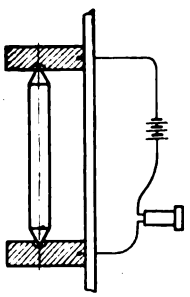


Abb. 2. Kohlemikrophon von Hughes (Quelle wie Abb. 1).

Bei aller Einfachheit und guter Empfindlichkeit blieb das Mikrophon von Hughes in der ursprünglichen Ausführungsform doch mehr ein Laboratoriumsgerät. Es war gegen die geringsten Erschütterungen sehr empfindlich, und starke, kratzende Nebengeräusche waren die unangenehmen Folgen. Vor allen Dingen aber war das Mikrophon wegen der punktförmigen Berührung der Kontaktstücke für den Betrieb nicht sicher genug. Schon geringe Ungleichmäßigkeiten der Kontaktstellen oder kleinste Fremdkörper in den Kontaktstellen genügten, um das Mikrophon unwirksam zu machen. Dieser Übelstand führte zum Bau der Mehrkontakt-Mikrophone; ihnen lag die Überlegung zugrunde, daß mit der Zahl der Kontaktstellen die Wahrscheinlichkeit zunahm, daß stets ein gewisser mittlerer Übergangswiderstand erhalten blieb. Zuerst verwendete man in enger Anlehnung an die Ausführung von Hughes mehrere Kontaktwalzen, deren Kontaktstellen parallel geschaltet wurden. Diese Ausführungen wurden jedoch auch bald wieder verlassen, weil die

[1]) Bezieht sich auf das Schrifttumverzeichnis am Ende des Aufsatzes.

Digitized by Google

schwingende Masse zu groß wurde und damit die Leistung des Mikrophons zurückging. Man versuchte, diesem Mangel durch Verkleinerung der Kontaktkörper zu begegnen. So entstanden die Kohlekörner- und Kohlegrießmikrophone. Hier soll nur auf diejenigen Ausführungsformen näher eingegangen werden, die im Bereich der Deutschen Reichspost vornehmlich in Gebrauch sind.

An erster Stelle ist das nach seiner Verwendung im Ortsbatteriebetrieb bezeichnete OB-Mikrophon als ein Vertreter der Körnermikrophone zu nennen (Abb. 3). Das Mikrophon besitzt schon die noch heute für die Fern-

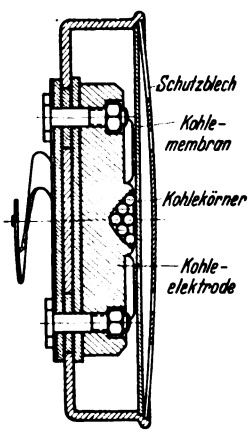


Abb. 3. OB-Mikrophon.

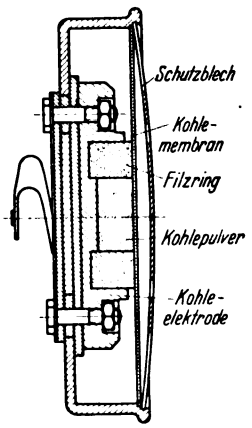


Abb. 4. ZB-Mikrophon.

sprechmikrophone in Deutschland allgemein übliche kapselartige Form. Auf dem Boden der vernickelten Messingkapsel ist eine Kohleplatte isoliert befestigt. Diese feste Kohleelektrode besitzt auf der Oberseite mehrere muldenförmige Vertiefungen, in denen sich die Kohlekörper von etwa 1 mm Dmr. befinden. In einem geringen Abstand davor befindet sich die auf dem Kapselrand gelagerte Kohlemembran. Vor der Membran ist ein für den Schalldurchgang durchlöchertes Schutzblech angeordnet, das so in den Kapselrand eingesetzt ist, daß es infolge seiner Federkraft auf den Rand der Membran drückt und diese festhält. Das mit der Membran leitend verbundene Gehäuse ist die eine, und die auf der Rückseite der Kapsel befindliche Ringfeder, die mit der Kohleplatte leitend verbunden ist, ist die andere Stromzuführung. Der entsprechend den Membranschwingungen veränderliche Übergangswiderstand wird von den zahlreichen Berührungsstellen zwischen der Membran, den Kohlekörnern und der Kohleplatte gebildet. Der Ruhewiderstand des Mikrophons liegt zwischen 10 und 40 Ω.

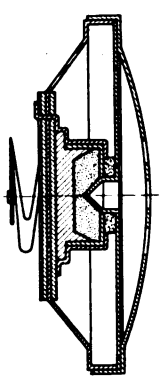


Abb. 5. ZB-Mikrophon Mod. 28.

Ein Kohlegrieß- oder Kohlepulvermikrophon ist das in der Abb. 4 im Schnitt gezeichnete ZB-Mikrophon. Die Bezeichnung hängt mit der Einführung dieses Mikrophons für den Betrieb der Fernsprechämter mit zentral zusammengefaßter Mikrophonspeisung (ZB-Ämter) zusammen. Seine äußere Form ist genau gleich der des OB-Mikrophons. Hinter der Membran befindet sich eine durch einen Filzring gebildete Kohlekammer mit dem Kohlepulver. Die Rückseite der Kohlekammer ist durch die feste Kohleelektrode abgeschlossen. Die Stromzuführung geschieht ebenfalls über die Membran und die feste Kohleelektrode; die Stromlinien verlaufen also in Richtung der Membranbewegung (Längsstrommikrophon). Der erforderliche Speisestrom beträgt etwa 20 bis 30 mA. Der Ruhewiderstand des Mikrophons hängt von der Korngröße des Kohlepulvers und der Tiefe der Kohlekammer ab und beträgt etwa 300 Ω. Der Widerstand dieses ZB-Mikrophons war sehr stark von der Lage des Mikrophons abhängig. Bei zufällig waagerechter Lage konnte der Widerstand sogar unendlich groß werden und dadurch vollkommene Unterbrechung des Stromes auftreten.

Dieser Mangel ergab für den Betrieb empfindliche Nachteile. Bei den neueren Ausführungen der Fernsprechmikrophone wurde deshalb an der Membran ein Kohlestempel angebracht, der in die Kohlekammer hineinragt. Bei dem in Abb. 5 im Schnitt gezeichneten Mikrophon besitzt der Kohlestempel z. B. die Form eines spitzen Kegels. Dadurch werden Unterbrechungen verhütet und die Lagenabhängigkeit erheblich verringert.

2. Stand der Entwicklung der Mikrophone.

A. Fernsprechmikrophone.

Allgemeines.

In dem wohl auch heute wichtigsten Teil des Nachrichtenwesens, dem eigentlichen Fernsprechen, konnte das gewöhnliche Kohlemikrophon trotz mancher Nachteile noch nicht verdrängt werden. Der Grund dafür liegt vor allen Dingen in seiner hohen Empfindlichkeit. Diese beruht in erster Linie auf der Relaiswirkung und außerdem auf den günstigen Kontakteigenschaften der Kohle. Die Schallenergie steuert die aus einer besonderen Stromquelle gelieferte elektrische Energie, die im allgemeinen wesentlich größer ist als die auftreffende Schallenergie. Diese Eigenschaft der Verstärkung hat lange vor dem Aufkommen der Verstärkerröhre das Fernsprechen auf größere Entfernungen überhaupt ermöglicht, sie ist auch heute noch von größter wirtschaftlicher Bedeutung für den Fernsprechbetrieb.

Lange Zeit war man bei der Entwicklung von Mikrophonen nur auf reine Versuche angewiesen, weil die übertragungstechnischen Eigenschaften der Mikrophone mangels einer geeigneten Meßtechnik nicht untersucht werden konnten. Für die Erprobung und den Vergleich der Mikrophone kannte man lediglich den Sprechversuch, um die Lautstärke und Deutlichkeit der Wiedergabe zu beurteilen. Auf subjektive Untersuchungen kann man zwar auch heute noch nicht verzichten; indessen hat die Erfindung der Verstärkerröhre meßtechnische Hilfsmittel geschaffen, die es ermöglichen, wichtige Eigenschaften der Mikrophone und deren Einfluß auf die Übertragungsgüte auch objektiv zu erfassen und auszuwerten. Die Wiedergabegüte des Kohlemikrophons wird in der Hauptsache durch die lineare Verzerrung, die nichtlineare Verzerrung und durch Geräusche beeinflußt.

Lineare Verzerrung.

Zur Messung dieser Verzerrung wird das Mikrophon z. B. in ein freies Schallfeld gebracht. Die Frequenz des Schalles wird bei konstant gehaltenem Schalldruck langsam fortlaufend über den Meßbereich verändert und die von dem Mikrophon bei der konstanten Erregung gelieferte Wechselspannung aufgezeichnet. Die gestrichelte Kurve in Abb. 6 zeigt die Frequenzabhängigkeit eines z. Z. im Gebrauch befindlichen Fernsprechmikrophons. Die beiden deutlich sichtbaren Spitzen entstehen durch die Resonanzen der Membran und der Handapparateinsprache [6].

Der stark frequenzabhängige Verlauf des „Übertragungsmaßes“[2]) kann auf die einfachste Weise durch Dämpfung der Eigenschwingungen von Membran und Handapparat verbessert werden. Dies führt jedoch notwendig zu einem Verlust an Lautstärke, der für den Fernsprechbetrieb nicht tragbar ist. Deshalb wurde die Glättung der Frequenzabhängigkeit, Minderung der linearen Verzerrung, bei einem in neuerer Zeit entwickelten Fernsprechmikrophon auf andere Weise versucht [7]. Es wurde den Resonanzen der Membran und der Einsprache noch eine weitere Resonanz hinzugefügt, indem man den vor der Membran befindlichen Raum im Mikro-

[2]) Unter Übertragungsmaß versteht man das Verhältnis der Mikrophon-EMK zum Schalldruck in Volt/μBar (1 μBar = 1 dyn/cm²).

Digitized by Google

phon zu einem Helmholtz-Resonator ausbildete (Abb. 7). Die Lage der 3 Resonanzen wurde über den Frequenzbereich so verteilt, und ihre Dekremente wurden so bemessen, daß der Verlauf der Frequenzkurve in dem für die Sprachübertragung wichtigen Bereich von etwa 300 bis ungefähr 3000 Hz erheblich ausgeglichener verläuft als

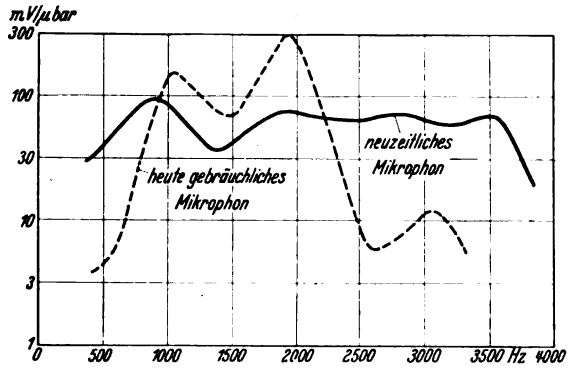


Abb. 6. Frequenzkurve eines neuzeitlichen Fernsprechmikrophons. (Aus Jacoby u. Panzerbieter, Elektr. Nachr.-Techn. 13 (1936) S. 73 bis 84).

vordem (siehe ausgezogene Kurve in Abb. 6). Eine Erweiterung des übertragenen Frequenzbereiches über 3000 Hz hinaus verbessert wohl die Natürlichkeit der Klangwiedergabe, fördert dagegen die Sprachverständlichkeit nur noch wenig.

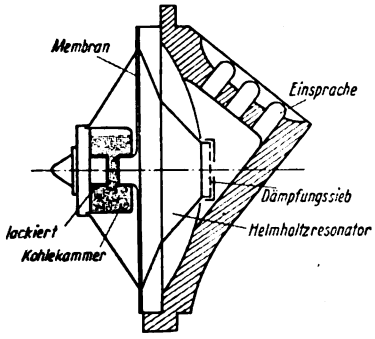


Abb. 7. Aufbau eines neuzeitlichen Mikrophons. (Aus Jacoby u. Panzerbieter, Elektr. Nachr.-Techn. 13 (1936) S. 75).

Nichtlineare Verzerrung.

Wie der Name schon sagt, entsteht die nichtlineare Verzerrung des Mikrophons dadurch, daß die von ihm gelieferte Wechselspannung von dem sie erzeugenden Schalldruck nicht ganz linear abhängt. Die nichtlineare Verzerrung, auch Klirrverzerrung genannt, nimmt mit der Stärke des Schalldruckes zu. Ihr Wesen besteht im Auftreten von Oberschwingungen und Kombinationstönen, die in den auf das Mikrophon auffallenden Schallschwingungen nicht enthalten sind. Kleinere nichtlineare Verzerrungen verändern nur die Farbe des übertragenen Klanges, was nachrichtentechnisch ohne größere Bedeutung bleibt. Mit zunehmender Größe der Klirrverzerrung aber sinkt die Verständlichkeit der übertragenen Sprache, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, erheblich.

Für die meßtechnische Erfassung der Klirrverzerrung wurde ein sogenannter Klirrfaktor definiert, der das Verhältnis der Effektivwerte aller Klirrschwingungen zum Effektivwert der Grundschwingung darstellt. Zur Messung des Klirrfaktors werden ein oder auch zwei reine Töne auf das Mikrophon gegeben und die Stärke der von dem Mikrophon bei dieser Betönung erzeugten zusätzlichen Schwingungen zur Größe der erregenden Grundtöne ermittelt. Die Größe des Klirrfaktors ist abhängig von der Frequenz und der Größe des Schalldruckes. Für die z. Z. gebräuchlichen Fernsprechmikrophone beträgt der Klirrfaktor für normale Sprache etwa 20 %.

Erwähnt sei noch eine besondere nichtlineare Eigenschaft des Kohlemikrophons, die Reizschwelle, so genannt, weil die Kohlemikrophone nur Schwingungen übertragen, deren Amplituden oberhalb eines gewissen Schwellenwertes liegen.

Geräusche.

Aus der Erfahrung ist bekannt, daß Geräusche die Verständigung beim Fernsprechen erschweren. So beeinflussen auch die vom Mikrophon wiedergegebenen Geräusche ebenso wie seine Verzerrungen die Güte der Übertragung. Die vom Mikrophon in die Leitung gelangenden Geräusche setzen sich zusammen aus dem Eigengeräusch des Kohlemikrophons und den von außen her mit den zu übertragenden Schallschwingungen eindringenden Fremdgeräuschen. Das Eigengeräusch, das auf eine zu große Strombelastung der Kohlekontakte zurückgeführt wird, versucht man durch geeignete Ausgestaltung der Kohlekammer, Vergrößerung der Kontaktzahl und des Füllungsdruckes, herabzusetzen. Gegen die Fremdgeräusche verwendet man folgendes Mittel. Der Abstand zwischen Mund und Einsprache wird verkürzt und die Empfindlichkeit des Mikrophons entsprechend der zunehmenden Besprechungslautstärke herabgesetzt. Dadurch wird das Mikrophon für Fremdgeräusche unempfindlicher oder das Verhältnis der Sprachspannungen zu den Störspannungen günstiger [8]. Außerdem wird die Einsprache zu einer mehr schlitzartigen Öffnung ausgebildet. Diese Maßnahmen vergrößern die Richtwirkung der Einsprache und damit die Schattenwirkung des Kopfes des Sprechenden.

Sendebezugsdämpfung und Silbenverständlichkeit.

Die Auswirkung der verschiedenen Eigenschaften wie auch ihrer Verbesserungen auf die Übertragungsgüte muß wegen der bisher noch nicht nachbildbaren Eigenschaften des menschlichen Hörsinnes durch subjektive Messungen ermittelt werden. Die subjektive Beurteilung erstreckt sich auf die Feststellung der Lautstärke und der Verständlichkeit der Übertragung.

Für die Beurteilung einer Fernsprechübertragung als Ganzes oder ihrer Teile hinsichtlich der Lautstärke hat man den Begriff der Bezugsdämpfung geschaffen, die für die Sendeseite des Fernsprechapparates „Sendebezugsdämpfung“ genannt wird. Sie wird durch Lautstärkevergleichsmessungen an dem in Paris befindlichen Ureichkreis oder an einem den Übertragungsverhältnissen des Ureichkreises nachgebildeten Haupteichkreis[3]) ermittelt. Zu diesem Zweck spricht ein Sprecher einen bestimmten Prüfsatz mit stets gleicher festgelegter Lautstärke abwechselnd in den Fernsprechapparat mit dem zu prüfenden Mikrophon und in das nichtverzerrende Mikrophon des Eichkreises. Die Sprache wird mit einem nichtverzerrenden Hörer abgehört. Eine im Eichkreis befindliche Dämpfung wird dabei so lange verändert, bis der Lautstärkeeindruck im Ohr bei beiden Mikrophonen gleich ist. Die Messung wird von mehreren Personen in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt. Die hierbei am Eichkreis gefundene mittlere Dämpfungszahl ist die Sendebezugsdämpfung.

Für die Beurteilung der Verständlichkeit werden sogenannte Silbenverständlichkeitsmessungen ausgeführt. Die verschiedenen Sprecher eines Meßtrupps sprechen nacheinander zwischenstaatlich festgelegte sinnlose Silben, sogenannte Logatome, in den Fernsprechapparat mit dem zu untersuchenden Mikrophon. Diese Silben werden mit nichtverzerrenden Hörern abgehört. Der mittlere Prozentsatz der richtig verstandenen Silben einer Meßreihe ergibt die Silbenverständlichkeit. Diese beträgt für die heute im Gebrauch befindlichen Mikrophone über eine Bezugsdämpfung von 3,3 Neper, unverzerrt abgehört, etwa 80 %[4]).

[3]) Ein solcher Haupteichkreis, der ein in allen seinen Teilen auf 600 Ω abgestimmtes Normalsystem darstellt, ist z. B. für die Messungen der Deutschen Reichspost im Reichspostzentralamt in Berlin aufgestellt.

[4]) Das ist im Hinblick auf die Art des Feststellungsverfahrens ein recht hoher Gütewert, erreicht doch die Silbenverständlichkeit beim gewöhnlichen Sprechen von Mund zu Ohr noch nicht einmal 100%.

Digitized by Google

Mit Hilfe der Silbenverständlichkeitsmessungen wurde der Einfluß jeder einzelnen Verzerrung (lineare und nichtlineare) wie auch der sonstigen Betriebsbedingungen (z. B. Bezugsdämpfung und Raumgeräusche) auf die Übertragungsgüte festgestellt, indem die Übertragungseigenschaften eines unverzerrten Übertragungssystems (Haupteichkreis) den Versuchbedingungen entsprechend verändert wurden. Aus solchen Untersuchungen wurde auch die Erkenntnis gewonnen, daß die Verständlichkeit der z. Z. verwendeten Fernsprechmikrophone weniger durch ihre lineare als durch ihre nichtlineare Verzerrung, besonders bei lautem Sprechen, herabgesetzt wird. Die weitere Entwicklung der Kohlemikrophone wird sich also in erster Linie der Verminderung der Klirrverzerrung zuwenden müssen.

B. Hochwertige Mikrophone.

Allgemeines.

Durch die Einführung des Rundfunks, der elektrischen Tonaufzeichnung und der Lautsprecherübertragungen entstand die Forderung nach Mikrophonen höherer Übertragungsgüte. Während im Fernsprechbetrieb eine ausreichende Sprachverständlichkeit verlangt wird, wird für die genannten Zwecke eine möglichst getreue Wiedergabe der Sprache und der Musik gefordert. Um dieser Forderung nahe zu kommen, müssen die einzelnen Übertragungselemente, also auch das Mikrophon, einen Frequenzbereich von etwa 50 bis gegen 10 000 Hz möglichst unverzerrt wiedergeben. Ferner darf die Klirrverzerrung selbst bei den ziemlich großen Lautstärken, wie sie bei der Musik auftreten, nur sehr gering sein. Dagegen kann die Empfindlichkeit des Mikrophons für obige Zwecke im Vergleich zum Fernsprechmikrophon bedeutend geringer sein, weil hier ohne Schwierigkeiten eine zusätzliche Verstärkung angewendet werden kann.

Die übertragungstechnische Güte des Mikrophons wird bei passender Umgestaltung grundsätzlich um so größer, je mehr man seine Empfindlichkeit senkt, d. h. die zum großen Teil auf den Resonanzwirkungen beruhende Eigenschaft seiner Verstärkung mindert, d. h. seine Freiheitsgrade unterdrückt. Dann wird die lineare Frequenzkurve gleichmäßiger und breiter und auch die Klirrverzerrung geht naturgemäß zurück.

Auf diesem grundsätzlichen Wege hat man zunächst das Kohlemikrophon hochwertiger umgestaltet. So entstand in Deutschland das bekannte Reißmikrophon. Der übertragene Frequenzbereich war erheblich erweitert. Doch war die nichtlineare Verzerrung bei größeren Schallstärken noch zu groß und das allen Kohlemikrophonen eigene Rauschen sehr störend. Deshalb wurde dieses Mikrophon bald von den nachstehend beschriebenen, wirklich hochwertigen Mikrophonen verdrängt.

Kondensatormikrophon (K.-M.).

Das auf dem elektrostatischen Prinzip beruhende Mikrophon stellt einen Kondensator dar, der durch eine meist straff gespannte Membran und eine ihr in einem geringen Abstand (nur wenige hundertstel Millimeter) gegenüberstehende feste Gegenelektrode gebildet wird. Durch die Einwirkung des Schalldruckes auf die Membran wird die Kapazität des Kondensators im Rhythmus der Schalldruckschwankungen verändert. Es sind zwei Schaltungen für das K.-M. bekannt. Erstens die sogenannte Hochfrequenzschaltung, die häufig für Meßzwecke benutzt wird, und zweitens die in Abb. 8 vereinfacht wiedergegebene Niederfrequenzschaltung, die für Übertragungszwecke heute ausschließlich verwendet wird. Das K.-M. liegt bei dieser Schaltung in Reihe mit einer Gleichspannung und einem Widerstand R von mehreren Megohm. Infolge der Kapazitätsänderungen des K.-M. wird am Widerstand R eine den Schalldruckamplituden vor der Membran praktisch proportionale Wechselspannung erzeugt. Die Membran ist so gespannt und das hinter der Membran befindliche Luftpolster so bemessen, daß die Eigenresonanz oberhalb des zu übertragenden Frequenzbereiches liegt, wodurch die Frequenzkurve von

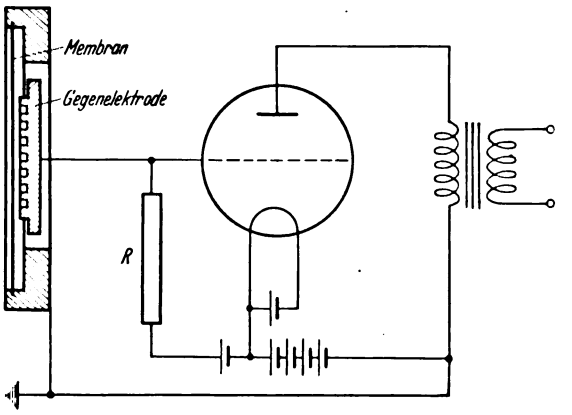


Abb. 8. Niederfrequenzschaltung des Kondensatormikrophons.

etwa 50 bis 10 000 Hz fast geradlinig verläuft. Das Übertragungsmaß beträgt etwa 2 mV/μBar. Eine nichtlineare Verzerrung ist selbst bei großen Schallstärken kaum vorhanden.

Bändchenmikrophon.

Das zweite hochwertige Mikrophon, das in Deutschland größere Verwendung findet, ist das auf dem elektrodynamischen Prinzip beruhende Bändchenmikrophon. Ein durch eine wellblechartige Querriefelung versteiftes Bändchen aus einer Aluminiumlegierung ist zwischen den Polen eines starken permanenten Magneten aufgehängt. Beim Auftreffen der Schallwellen schwingt das Bändchen in dem Magnetfeld, wodurch in ihm eine Wechselspannung erzeugt wird.

Die Frequenzkurve ist durch Ausnutzung der Eigenschwingungen des Bändchens und geschickt angeordnete Hohlräume, ähnlich wie beim Fernsprechmikrophon schon besprochen, in dem für Musikübertragungen erforderlichen Bereich bis auf geringe Schwankungen ausgeglichen. Das Übertragungsmaß beträgt im Mittel etwa 0,5 mV/μBar [9]. Eine nichtlineare Verzerrung ist auch hier praktisch nicht vorhanden.

Zum Schluß sei noch auf andere hochwertige Mikrophone hingewiesen, wie z. B. das elektrodynamische Mikrophon, dessen Prinzip von den elektrodynamischen Lautsprechern her allgemein bekannt ist, und das Kristallmikrophon, die jedoch in Deutschland bis jetzt nicht die Verbreitung gefunden haben wie die oben beschriebenen Mikrophone.

Schrifttum.

1. Th. Karrass, Die Geschichte der Telegraphie, Braunschweig: Vieweg und Sohn, 1909.
2. C. Hersen und R. Hartz, Die Fernsprechtechnik der Gegenwart. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 1910.
3. A. Rotth, Das Telephon und sein Werden, Berlin: Julius Springer 1927.
4. E. Feyerabend, 50 Jahre Fernsprecher in Deutschland. Berlin: R. v. Decker, 1927.
5. ETZ 57 (1936) S. 1257.
6. M. Grützmacher und P. Just, Über Kohlemikrophone, Elektr. Nachr.-Techn. 8 (1931) S. 104.
7. Jacoby-Panzerbieter, Moderne Mikrophone und Telephone, Elektr. Nachr.-Techn. 13 (1936) S. 75—84.
8. Pfeiffer-Pfleiderer, Fernsprech Tischstation Mod. 36, Fortschritte d. Fernspr.-Technik 16 (1936) Nr. 14.
9. C. A. Hartmann, Ein neues elektrodynamisches Bandmikrophon, Elektr. Nachr.-Techn. 8 (1931) S. 289.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Betriebsvorschriften.

Der Ausschuß für Betriebsvorschriften hat die nachstehende Änderung in § 3 von

VDE 0425/1936 „Vorschriften für Spannungssucher bis 1000 V"

beschlossen:

Die bisherige Vorschrift d) erhält die Bezeichnung e).

Es wird folgende neue Vorschrift d) eingefügt:

„d) Spannungssucher mit Glimmlampen und eingebautem zusätzlichem Belastungswiderstand müssen so bemessen sein, daß durch die größtmögliche Dauerbelastung, gegeben durch den Prüfbereich, für den der Spannungssucher bestimmt ist, die unter c) angegebenen Temperaturen für die Baustoffe nicht überschritten werden.

Der Belastungswiderstand muß derart geschützt angeordnet werden, daß bei seiner Zerstörung durch betriebsmäßige Überlastung keine Gefährdung des Bedienenden und der Umgebung eintreten kann."

Diese Änderung ist vom Vorsitzenden des VDE im August 1937 genehmigt worden und tritt mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft.

Ausschuß für Errichtungsvorschriften II.

Der Ausschuß für Errichtungsvorschriften II hat in Anpassung an VDE 0670/1937 „Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R. E. H." die nachstehende Änderung in § 18 von

VDE 0101/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V. E. S. 2."

beschlossen:

Die in der Vorschrift h) gegebene Tafel über Mindestabstände blanker Leitungen wird durch nachstehende Tafel ersetzt:

1	2	3
Betriebsspannung	Mindestabstand bei Innenanlagen	bei Außenanlagen
kV	mm	mm
1	40	—
3	75	—
6	100	—
10	125	180
20	180	260
30	260	360
45	360	470
60	470	580
80	580	720
100	720	900
120	—	1120
150	—	1450
200	—	2000

Diese Änderung ist vom Vorsitzenden des VDE im August 1937 genehmigt und tritt mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft.

Ausschuß für Hochfrequenztechnik.

Der Ausschuß für Hochfrequenztechnik hat beschlossen, die in § 1 von

VDE 0855/1936 „Vorschriften für Antennenanlagen"

für Überspannungsschutzgeräte nach § 8 c) und für Erdungsschalter nach § 9 c) gegebene Übergangsfrist bis zum 1. Januar 1938 zu verlängern.

Dieser Beschluß ist vom Vorsitzenden des VDE im September 1937 genehmigt worden. Demgemäß erhält § 1 den nachstehenden Wortlaut:

„§ 1.
Geltungsbeginn.

Die Vorschriften treten am 1. Februar 1937 in Kraft.

Für Überspannungsschutzgeräte nach § 8 c) und Erdungsschalter nach § 9 c) wird eine Übergangsfrist bis zum 1. Januar 1938 eingeräumt."

Ausschuß für Bahnwesen.

Der Ausschuß für Bahnwesen hat die nachstehenden Änderungen in § 1 von

VDE 0115/1934 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen V. E. B."

beschlossen:

In der Vorschrift b) werden folgende Änderungen vorgenommen:

An Stelle der Worte „Fahrdraht-Omnibusse (Drahtbusse)" wird gesetzt:

„Oberleitungs-Omnibusse (Obus) nur insoweit, als Abweichungen durch die Eigenarten des Betriebes nicht bedingt sind."

In dem Absatz „Oberirdisch verlegte Fahrleitungen" werden die letzten Worte „sowie Fahrleitungen für Drahtbusse" wie folgt geändert:

„sowie Fahrleitungen für Oberleitungs-Omnibusse insoweit, als Abweichungen durch die Eigenarten des Betriebes nicht bedingt sind."

Diese Änderungen sind vom Vorsitzenden des VDE im September 1937 genehmigt und treten mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat zu § 9b) von VDE 0610/1935 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." eine Umstell-Vorschrift aufgestellt. Diese wird in VDE 0610 U „Umstell-Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung" wie folgt aufgenommen:

„§ 9.
Erdungsanschluß.

b) Anschlußstellen der Schutzleiter müssen elektrisch gut leitend und die Schutzleiterschrauben gegen Korrosion, z. B. durch Verkadmen, geschützt sein."

Diese Umstell-Vorschrift gilt auf Grund einer Ermächtigung des Vorsitzenden des VDE als genehmigt und tritt mit dem auf die Veröffentlichung in der ETZ folgenden Tage in Kraft.

Digitized by Google

Ausschuß für Freileitungen.

Der Ausschuß für Freileitungen hat die nachstehenden Änderungen an

VDE 0210/1936 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F."

beschlossen.

Diese Änderungen sind vom Vorsitzenden des VDE im September 1937 genehmigt worden und treten mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

i. V.: Zimmermann

Änderungen

zu

VDE 0210/1936

Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F.

3. Stahlmaste.

§ 23.

Allgemeines.

Die in der Vorschrift h) gemachten Angaben über die größtzulässigen Durchmesser der geschlagenen Niete und die größtzulässigen Mindeststärken mechanisch beanspruchter Schrauben bei Schenkelbreiten von 45 mm sind zu streichen.

§ 24.

Zulässige Spannungen.

Die in der Vorschrift a) enthaltene Tafel IV wird wie folgt geändert:

Tafel IV.

1	2	3
Handelsbaustahl, Flußstahl St 37.12 (Normalgüte) nach DIN 1050	Normalbelastung (Sp. 2 in Tafel III) kg/cm²	Belastung bei Leitungsbruch (Sp. 3 in Tafel III) kg/cm²
Zug- und Biegungsspannung σ_{zul} . .	1600	2000
Zugspannung von gedrehten Schraubenbolzen	1100	1500
Zugspannung von gewöhnlichen (rohen) Schraubenbolzen	1100	1500
Scherspannung der Niete	1600	2000
Scherspannung der eingepaßten Schraubenbolzen	1280	1600
Scherspannung der rohen Schraubenbolzen	1100	1400
Lochleibungsdruck der Niete und der eingepaßten Schraubenbolzen . . .	4000	5000
Lochleibungsdruck der rohen Schraubenbolzen	2500	3100

Der zweite Absatz der Vorschrift a) erhält folgenden Wortlaut:

„Bei gedrehten und bei rohen Schrauben ist für die Zugspannung der Kernquerschnitt maßgebend. Bei Baugliedern, die auf Zug oder Biegung beansprucht werden, ist die Schwächung des Querschnittes durch Bohrung zu berücksichtigen. Bei Ermittlung der Zugspannung von Streben aus Winkeleisen, die mit nur einem Niet oder mit nur einer Schraube angeschlossen sind, ist nur der Querschnitt des genieteten Schenkels nach Abzug der Schwächung durch Bohrung in Rechnung zu setzen. Für die Scherspannung und den Lochleibungsdruck gilt bei Nieten und eingepaßten Schraubenbolzen der Bohrungsdurchmesser, bei rohen Schrauben der Schaftdurchmesser."

Die Vorschrift f) erhält nachstehende Neufassung:

„f) Bei mehrteiligen Druckstäben darf der Schlankheitsgrad jedes Einzelstabes nicht größer als 50 sein. Bei Anordnung von Bindeblechen sind diese mindestens in den Drittelpunkten der Gesamtknicklänge und an den Stabenden vorzusehen. Werden zweiteilige Stäbe aus L-Stahl an ein gemeinsames Knotenblech angeschlossen, so sind besondere Bindebleche an den Stabenden nicht erforderlich. Jedes Bindeblech ist an jedem Einzelstab mit mindestens zwei Nieten anzuschließen, an den Stabenden ist bei jedem dieser Anschlüsse ein Niet mehr anzuordnen. Mehrteilige Druckstäbe mit Vergitterungen müssen an den Stabenden ebenfalls Bindebleche erhalten. Eingepaßte Schrauben dürfen nur an Stellen verwendet werden, an denen sich aus baulichen Gründen kein Niet schlagen läßt. Ist der Abstand zwischen den Schwerpunkten größer als die Querschnittshöhe in Richtung der stoffreien Achse, so dürfen die Bindebleche oder Vergitterungen und ihre Anschlüsse nur mit dem 0,8-fachen der sonst zulässigen Spannung beansprucht werden.

Entspricht die bauliche Ausbildung mehrteiliger Druckstäbe den vorstehenden Festsetzungen, so dürfen diese Stäbe nach den folgenden Regeln berechnet werden: Mehrteilige Druckstäbe sind für das Ausknicken um die Stoffachse x wie ein einteiliger Druckstab zu behandeln. Für das Ausknicken um die stoffreie Achse y ist bei n-Einzelstäben der ideale Schlankheitsgrad mit $\lambda_1 = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{n}{2} \cdot \lambda_1^2}$ anzunehmen, wobei λ_y der Schlankheitsgrad des Gesamtstabes für die y-Achse ist. λ_1 ist der Schlankheitsgrad des Einzelstabes mit der Knicklänge s_{K_1} für die zur y-Achse gleichlaufende Achse 1 des Einzelquerschnittes. Als Knicklänge s_{K_1} ist bei Vergitterungen die Netzlänge, bei Bindeblechen ihr Mittenabstand zu nehmen.

Bei mehrteiligen Stäben mit zwei stoffreien Achsen ist der Schlankheitsgrad λ_y für die Achse des Gesamtstabes und der Schlankheitsgrad λ_1 für die Achse des Einzelstabes zu ermitteln, für die sich das kleinste Trägheitsmoment ergibt.

Bei ungleichen Querschnitten der Einzelstäbe ist für λ_1 der Einzelquerschnitt mit dem kleinsten Trägheitsmoment I_1 maßgebend.

Die Abmessungen und Anschlüsse der Vergitterungen und Bindebleche sind für eine Querkraft Q zu bemessen, die vom Schlankheitsgrad λ_y und dem Wert $\frac{F \cdot \sigma_{zul}}{\omega_y}$, bei Querschnitten mit 2 stoffreien Achsen außerdem noch vom Schlankheitsgrad des Gesamtstabes für die zweite stoffreie Achse und dem dazugehörenden Wert $\frac{F \cdot \sigma_{zul}}{\omega}$ abhängt. Die Werte von Q sind aus Tafel VIa zu entnehmen, für $\lambda > 40$ sind Zwischenwerte geradlinig einzuschalten.

Tafel VIa.

1	2	3	4	5	6	7
Q in % von $\frac{F \cdot \sigma_{zul}}{\omega}$						
bei bis	40	80	120	150	200	250
für St 37. 12. und Handelsbaustahl St 00. 12. . . .	1	2	4	6	10	14

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Bezirksversammlung

am Dienstag, dem 28. September 1937, 20^{00}, im großen Hörsaal des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürstenallee 20/22.

Vortrag des Herrn Oberingenieur Dipl.-Ing. C. Meyer VDE, Hamburg, über das Thema:

„Die neueste Entwicklung der Elektrotechnik auf deutschen Handelsschiffen"

Eintritt und Kleiderablage frei.

Besichtigung.

Am Montag, dem 18. Oktober 1937, findet eine Besichtigung der Anlagen des Boberkraftwerkes statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 8) des VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg vom 15. 9. 37 zu ersehen.

VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

L. von Verebély VDE. — Der ord. Professor der Elektrotechnik an der Königl.-Ungarischen Universität für technische und Wirtschafts-Wissenschaften in Budapest wurde von der Ungarischen Akademie der Wissenschaft in Anerkennung seiner Tätigkeit auf technisch-wissenschaftlichem Gebiet zum korrespondierenden Mitglied gewählt.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 3. 027. 3

Die Hochspannungstechnik der Transformatoren, Isolatoren und Durchführungen. Mit einem Anhang: Ölisolation, Kesselsysteme, Dreiwicklungstransformatoren, Längs- und Querregelung und sonstige Sonderausführungen. Von Obering. W. Kehse. Mit 146 Abb., X u. 146 S. im Format 160 × 245 mm. Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart 1937. Preis geh. 9,40 RM, geb. 11 RM.

Im ersten Teil seines Buches untersucht der Verfasser zunächst an Hand eines mechanischen Vergleiches die Bedingungen für das Auftreten des Glimmens bzw. der Streifenentladung an unter Spannung stehenden Isolierrohren, und zwar sowohl in Luft wie unter Transformatorenöl, wobei insonderheit der Einfluß der Elektrodenenden eingehend berücksichtigt wird. Ein weiterer Abschnitt beschäftigt sich mit der Messung der Durchschlagsspannung. Besondere Aufmerksamkeit wird den Isolationszerstörungen zugewendet, welche bei Dauerbeanspruchung auftreten, und es wird auf entsprechende Verhältnisse hingewiesen, wie sie bei mechanischen Festigkeitsprüfungen vorliegen. Hier wie dort lassen sich die im Prüffeld unter ganz anderen Bedingungen gemessenen Werte nicht ohne weiteres auf den Dauerbetrieb übertragen. Es folgen Abschnitte über den Wärmedurchschlag und über die Hochspannungs-Durchführungen der Transformatoren, wobei die Porzellan-Mehrrohrdurchführungen, die Kondensator-Durchführungen und die ölgefüllten Durchführungen berücksichtigt werden.

Der zweite Teil des Buches ist einigen Sondergebieten des Transformatorenbaus gewidmet und bildet eine Ergänzung des im Jahre 1934 herausgegebenen Buches des Verfassers „Der praktische Transformatorenbau". Bei der Behandlung der Ölisolation der Transformatoren wird eine Reihe beherzigenswerter Winke für die Behandlung des Öles gegeben. Weiter wird ausführlich auf die Spannungsregelung der Transformatoren unter Last eingegangen und auf die verschiedenen Kesselsysteme. Ausführungsbeispiele verschiedener Sonderkonstruktionen von Transformatoren bilden den Abschluß.

Das Buch läßt auf jeder Seite den erfahrenen Praktiker erkennen, der es, wie er im Vorwort angibt, sich zur Aufgabe gesetzt hat, die Hochspannungstechnik auf einfachen Grundlagen aufzubauen. Wer mit dem Bau oder dem Betrieb von Transformatoren zu tun hat, wird in dem Buch manche Anregung finden. Im Sinne einer geschlossenen Darstellung sei dem Verfasser empfohlen, die dafür geeigneten Abschnitte des vorliegenden Buches mit in das oben erwähnte Transformatorenbuch bei Gelegenheit einer Neuauflage einzuarbeiten.

E. Kosack VDE.

621. 3

Elektrische Starkstromanlagen, Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Von Oberstudiendirektor Dipl.-Ing. E. Kosack. 8. durchgesehene und erweiterte Auflage. Mit 318 Abb., XI u. 355 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 9 RM, geb. 10,50 RM.

Die vorliegende 8. Auflage des wohlbekannten, vor 25 Jahren zum ersten Male erschienenen Kosackschen Hilfsbuches ist vom Verfasser nach bewährten Grundsätzen und in steter Berücksichtigung neuester technischer Fortschritte zielbewußt weiter entwickelt worden. Kennzeichnend für das Buch ist einerseits der konsequente Verzicht auf mathematische Herleitung der zu quantitativen Betrachtungen benötigten Formeln aus den physikalischen Grundgesetzen sowie anderseits die gute Veranschaulichung des behandelten Stoffes durch Schaulinien und Abbildungen.

Von Auflage zu Auflage hat der Verfasser durch Aussonderung weniger bedeutsamer Dinge und Aufnahme wichtiger Neuerungen der Starkstromtechnik sowie durch Heraushebung des Wesentlichen und leicht verständliche Sprache sein Hilfsbuch vielseitig weiter entwickelt, so daß es in seiner jetzigen Erscheinungsform eine leichtverständliche Enzyklopädie der Starkstromtechnik von bemerkenswerter Vielseitigkeit darstellt. Der Inhalt umfaßt: Erzeugungsarten, Gesetze und Wirkungen des elektrischen Stromes. — Meßinstrumente und Meßmethoden. — Gleichstromerzeuger und -motoren. — Wechselstromerzeuger. — Transformatoren. — Wechselstrommotoren. — Umformer. — Stromrichter. — Betrieb und Untersuchung elektrischer Maschinen. — Energiespeicher. — Beleuchtung. — Wärmeausnutzung, Elektrochemie und -metallurgie. — Verteilung der elektrischen Energie. — Schaltungen von Zentralen, Transformatoren und Umformerstationen.

Das Buch kann Maschinenbauern, Elektro-Installateuren und -Monteuren, überhaupt allen jenen Fachleuten bestens empfohlen werden, die eine leichtverständliche allgemeine Einführung und guten Überblick über die verschiedenen Geräte, Maschinen und Anlagen der Starkstrom-Elektrotechnik zu erhalten wünschen, unter Vermeidung umständlicher, technisch-wissenschaftlicher Vorstudien. Auch Fernmeldetechniker, die ja auch häufig mit dem Starkstrom in Berührung kommen, empfangen in diesem Buche viel Anregung, ebenso alle Lehrer der Elektrotechnik. Für die in Entwurfsabteilungen, Anlagenbau und -betrieb tätigen Ingenieure könnte das Buch noch nützlicher wirken, wenn bei jedem Kapitel einschlägige Schrifttumsstellen für ein weiteres Eindringen in die technisch-wissenschaftlichen Grundlagen und Erfahrungswerte mitgeteilt würden.

M. Fölmer VDE.

621. 311. 1. 003. 1

Elektrizitätswerk und Abnehmer. Von Dr. H. Richardt. Mit 69 S. im Format 140 × 220 mm. Selbstverlag des Verfassers, Kassel, Leipziger Straße 76. 1936. Preis kart. 2,50 RM.

Die vorliegende Schrift über „Elektrizitätswerk und Abnehmer" enthält eine gründlich gearbeitete und gut verständliche Darstellung des Rechtsverhältnisses der Energieversorgungsunternehmen zu den Energie gebrauchenden Abnehmern. Man kann es nur begrüßen, daß bei der zuweilen versuchten Verwirrung klarer Rechts-Tatbestände der Verfasser Gelegenheit nimmt, die rechtliche Seite dieses für jedes elektrische Energie erzeugende oder verteilende Unternehmen und für jeden Gebraucher sehr bedeutsamen Rechtsgebietes zu erörtern.

Nach einer kurzen Vorbemerkung, die allerdings einige, ohne näheren Nachweis aufgestellte — meines Erachtens unrichtige — Behauptungen enthält (z. B. die Behauptung, durch § 4 Abs. 2 Energiewirtschaftsgesetz sei der Grundsatz der Gewerbefreiheit — § 1 Gewerbeordnung — beseitigt; die von dem Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung ausgearbeiteten Musterversorgungsbedingungen seien durch das Energiewirtschaftsgesetz überholt), beginnt die Arbeit mit einer Darstellung der Rechtsnatur des Versorgungsvertrages (Vertrag eigener Art, auf den die Bestimmungen des Werkvertrages entsprechende Anwendung finden), und entwickelt in kurzen Zügen die Rechtsstellung des Versorgungsunternehmens gegenüber Abnehmern mit Eigenerzeugungsanlagen für den Fall begehrter Zusatz- und Reservestromversorgung.

Von den eingehend systematisch durchgeführten Erörterungen sind besonders wertvoll und lehrreich die den Hauptteil der Arbeit darstellenden Ausführungen zur Frage der Rechtsstellung des Elektrizitätswerks bei „Zahlungszusammenbruch eines Abnehmers" (Vergleich und Konkurs). Diese für jedes Elektrizitätswerk sehr bedeutsamen Fragen behandelt der Verfasser unter Berücksichtigung der sehr umfangreichen und heftig umkämpften Literatur und Rechtsprechung. Aufschlußreich sind seine Ausführungen zu der Jaegerschen Theorie von dem Elektrizitätsversorgungsvertrag als einem Wiederkehrschuldverhältnis. Die Feststellung des

Digitized by Google

Verfassers, daß diese Lehre, die im Recht der Schuldverhältnisse keine Erwähnung findet und auch von den Darstellern dieses Gebietes nicht behandelt wird, nur zur zweckmäßigen Beantwortung konkursrechtlicher Fragen geschaffen worden ist, zeigt eindeutig, daß diese Theorie wenig „Vertrauenerweckendes" haben kann.

Die Arbeit ist alles in allem ein gutes Hilfsmittel sowohl für den Praktiker auf dem Gebiet der Energiewirtschaft als auch für jeden Rechtswahrer, der sich über diese zuweilen recht schwierigen Fragen schnell und zuverlässig unterrichten will. Sie werden mit Erfolg von diesem Buch Gebrauch machen. Ein sorgfältig verfaßtes Sachregister erleichtert den Gebrauch.

Fritz Rumpf.

546 (021)

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. Herausg. v. d. Deutschen Chemischen Gesellschaft. 8. Aufl. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1936. System-Nummer 36: Gallium. Mit 8 Fig., XVIII, IV u. 100 S. im Format 180×260 mm. Preis geb. 18,50 RM. — System-Nummer 37: Indium. Mit 8 Fig., XVIII, IV u. 116 S. im Format 180×260 mm. Preis kart. 21 RM.

Entsprechend dem „dispersen" geochemischen Charakter, der erschwerten Zugänglichkeit und Gewinnungsmöglichkeit und der vorerst noch ganz beschränkten technischen Verwertung des Galliums und des Indiums sind die gesamten Kenntnisse beider für die Geschichte des periodischen Systems so interessanten Elemente (— Ga als Eka-Aluminium vorausgesagt durch Mendelejeff, unabhängig davon aufgefunden, doch alle Voraussage bestätigend, durch Lecoq de Boisbaudran; In, erkannt durch Reich und Richter und durch Cl. Winkler, durch L. Meyer und durch Mendelejeff ins period. System eingeordnet —) verglichen mit anderen Elementen noch so wenig umfangreich, daß sie bei aller, das ganze Werk auszeichnenden Gründlichkeit in verhältnismäßig dünnen Bänden zusammengetragen werden konnten. In der gewohnten und bewährten Stoffanordnung werden Vorkommen, Verwendung und Darstellung der Elemente, ihre physikalischen und chemischen Charakteristiken, insbes. auch ihre Elektrochemie und Analytik, sodann die Legierungen und Verbindungen des Galliums und Indiums in denkbarer, die Literatur bis Okt. bzw. Nov. 1936 berücksichtigender Vollständigkeit registriert.

System-Nummer 23: Ammonium. Lief. 2: Verbindungen bis Ammonium und Kalium, Hydrazonium, Hydroxylammonium. Mit 42 Fig., XVIII, XV u. 360 S. im Format 180×260 mm. Preis kart. 59 RM.

Dieses zweite Stück des Ammoniumbandes (Schrifttum umfassend bis Juli 1936) enthält vor allem die Verbindungen von Ammonium mit Schwefel (Sulfide, Schwefelsauerstoffsäuren und andere Schwefelsäureabkömmlinge), von Ammonium mit Kohlensäure, deren Derivaten und mit organ. Säuren, von Ammonium mit den Elementen der 5. Gruppe und die Mischkristall- und Doppelsalzsysteme aus Ammon- und Alkalisalzen. Ein kurzer Abschnitt behandelt (— unter Ausschluß der im Bd. Stickstoff, Syst.-Nr. 4 erörterten direkten NH_3-Synthese —) in großen Zügen die weiteren technischen Darstellungswege von Ammoniak und Ammonsalzen. Daran schließen sich die Radikale Hydrazonium und Hydroxylammonium und deren Verbindungen an, nachdem die freien anhydrischen Basen Hydrazin und Hydroxylamin im Stickstoffband behandelt worden sind.

System-Nummer 59: Eisen. Teil A — Lfg. 8. Mit zahlr. Abb. u. 183 S. im Format 180×260 mm. Preis 32,50 RM.

Hier wird zunächst das schon in voraufgehenden Lieferungen eingehend erörterte, technisch überragend wichtige System Eisen-Kohlenstoff auf seine mechanischen und thermischen Eigenschaften ergänzt. Sodann werden zahlreiche weitere, vom Eisen ausgehende Mehrstoffsysteme mit zwei, drei und vier Komponenten, deren Aufzählung hier viel zu weit führen würde, nach verschiedentlichen Gesichtspunkten unter Berücksichtigung des Schrifttums bis Januar 1936 behandelt.

System-Nummer 59: Eisen. Teil D: Magnetische und elektrische Eigenschaften der legierten Werkstoffe. Mit 342 Fig., XLVIII u. 466 S. im Format 180×260 mm. Preis geb. 77 RM.

Dieser abgeschlossen vorliegende, von O. von Auwers allein verfaßte und das Schrifttum bis Sept. 1936 verzeichnende Teil der Syst.-Nr. 59 trägt in erstaunenswerter Fülle die magnetischen Daten (einschließlich Backhausen-, Joule- und sehr vieler anderen Effekte) aller nur denkbaren, an das Eisen anknüpfenden Werkstofflegierungen zusammen. Die elektrischen Eigenschaften, sowohl im homogenen Material wie im Kontakt mit festen Stoffen, Gasen und Vakuum werden gleichermaßen reichhaltig zusammengestellt. Zum Schluß entwirft der Verf., um — abweichend vom sonstigen Zuschnitt des Gmelin-Handbuches — zuvor „stofflich verarbeitete Literatur nach sachlichen Gesichtspunkten zu ordnen", einen gedrängten Rückblick und Ausblick auf Anwendungsgebiete und Forschungsrichtlinien hinsichtlich magnetischer und elektrischer Merkmale legierter Werkstoffe unter Beigabe umfänglicher tabellarischer Zusammenstellungen. Heinrich Menzel-Dresden.

1 : 62

Deutsche Philosophen der Technik. Von Prof. Dr. E. Zschimmer. Mit 115 S. im Format A 5. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1937. Preis geh. 5 RM, geb. 6,50 RM.

Der Titel des Buches trifft den Inhalt nicht ganz. Die vom Verfasser behandelten Schriftsteller haben nicht Philosophien der Technik geschrieben, sondern über die Technik philosophiert. Auch Ernst Kapp nicht, der sein Buch: „Grundlinien einer Philosophie der Technik" nennt. Der Philosoph der Technik fehlt noch, der von einem Grundgedanken ausgehend es versteht, die Arbeitswelt der Technik zu erfassen und sie in allen ihren Erscheinungsformen, in ihren Werken und ihrem Wirken, in ihrem Werden und in ihrer Entwicklung, in ihren Dingen und in ihren Menschen, in das kulturelle Geschehen der Menschheit einzuordnen. Und erst dann wird eine wahre Philosophie der Technik vorliegen, wenn sie nicht für sich besteht, sondern sich eingliedert in eines der vorhandenen oder künftigen großen Systeme einer allgemeinen und allumfassenden philosophischen Weltanschauung. Sie kann nicht ausbleiben, denn Technik ist menschliches Denken und menschliches Tun und beeinflußt wohl mehr als jedes andere das Dasein des einzelnen und der Gesamtheit.

Das Buch behandelt einige der über die Technik philosophierenden Schriftsteller, nämlich Kapp, Eyth, von Mayer, Wendt, du Bois-Reymond und Engelhardt. Alle diese haben in Büchern und Aufsätzen über die Technik geschrieben. Sie bringen Bausteine für die spätere Philosophie und liefern wertvolle Vorarbeit. Wer sie studieren will, findet in dem Büchlein einen brauchbaren Führer und Beurteiler, wenn wir auch des Verfassers Kritik nicht überall zustimmen können. Seine eigene „Philosophie der Technik" erwähnt der Verfasser nur nebenbei.

Carl Weihe, Frankfurt a. M.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutscher Verband für die Materialprüfungen der Technik, Berlin. 7. u. 8. 10. (Do. u. Fr.), Düsseldorf: 26. Hauptversammlung u. Röntgentagung mit 21 Vorträgen und Führung durch das Kaiser Wilhelm-Institut für Eisenforschung. Näheres durch die Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Ingenieurhaus.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 59. Wer liefert vollständige Einrichtungen zum Anfertigen von Sicherungspatronen?

Frage 60. Wer stellt den Delmi-Dübel her?

Berichtigung.

In dem Bericht über die Fachgruppen Stromrichter in H. 35 der ETZ 1937 ist auf S. 954, rechte Spalte in dem Abschnitt über den Vortrag K. Maertens VDE ein Fehler unterlaufen. Die Klammer muß richtig lauten: (mechanische Steuerungen, Steuerungen mit Entladungsgefäßen und magnetische Steuerungen).

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dipl.-Ing. E. Courtin, Kassel-Wilhelmshöhe, Werraweg 3.
Dr.-Ing. K. Töfflinger, Berlin N 20, Bornholmer Str. 51.
Ing. K. Bätz, Berlin-Wilhelmshagen, Fahlenbergstr. 27
Techn. Telegr.-Insp. P. Just, Berlin-Tempelhof, Kaiser-Wilhelm-Str. 56a.

Abschluß des Heftes: 17. September 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 30. September 1937** **Heft 39**

Die 14. Große Deutsche Rundfunkausstellung, Berlin 1937.

Von G. **Krawinkel**, Berlin.

621. 396. 97 + 621. 397. 5 (064)

Im Rundfunkempfängerbau brachte die diesjährige Ausstellung eine Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Tonwiedergabe und der Einstellgenauigkeit der Abstimmung. Die Niederfrequenzendstufen sind fast durchweg verstärkt worden, wobei neben die im vorigen Jahre schon verwandten Dreipolendröhren AD 1 die neue Endpenthode AL 5 tritt. Werkstoff und Aufbau der Lautsprecher sind teilweise neu durchgebildet, und es werden in verstärktem Maße permanentdynamische Lautsprecher verwendet. Bei hochwertigen Geräten finden sich vielfach zwei Lautsprecher, von denen der eine die hohen Tonlagen, der zweite die tiefen Tonlagen wiedergibt. In anderen Ausführungen wird der Ausgleich zwischen dem hohen und tiefen Tonbereich durch eine Sprach-Musik-Umschaltung gelöst. Als Beispiel für den Einfluß verschiedener Schaltungsmaßnahmen auf die Tonwiedergabe zeigt Abb. 1 ein Klangregister bei einer unter dem Namen Formant-Schaltung auf dem Markt befindlichen Bauart.

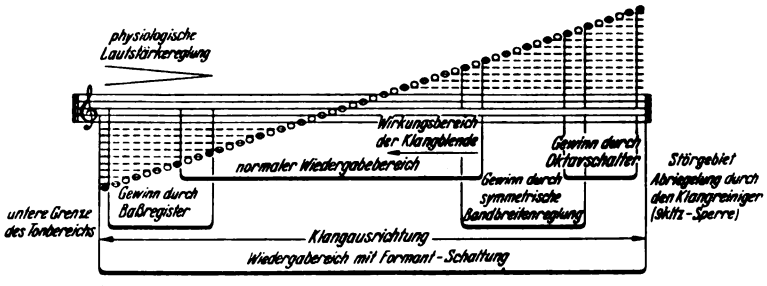


Abb. 1. Klangregister.

Das umfangreiche Bauprogramm der Rundfunkindustrie reicht vom Zweiröhren- bis zum Achtröhrenempfänger, wobei die Hilfsröhren nicht gezählt sind. In allen Stufen sind dabei Wechselstrom- und Allstromempfänger vorhanden. An Batterietypen findet man Drei-, Vier- und Fünfröhrenempfänger. Alle hochwertigen Geräte sind durch Einknopfabstimmung, selbsttätige Schwundregelung, hoch- und niederfrequenzseitig regelbare Bandbreite, physiologisch richtige Lautstärkeregelung, Klangreinigung durch eine 9 kHz-Sperre und optischen Abstimmanzeiger gekennzeichnet.

Als Abstimmanzeiger erscheint in diesem Jahr zum erstenmal das „Magische Auge" auf dem deutschen Markt. Dieser Abstimmanzeiger ist grundsätzlich ein kleines Kathodenstrahlrohr, das mit einem Dreipolsystem zusammengebaut ist. Abb. 2 zeigt den Aufbau der Röhre. Eine gemeinsame Kathode speist das untere Dreipolsystem und das obere Anzeigesystem. Die Haltestäbe der Dreipolanode sind nach oben durchgeführt und dienen im oberen System, zwischen dem Anzeigegitter und der als Leuchtschirm ausgebildeten oberen Anode, als Ablenkstege für die von der Kathode zum Leuchtschirm fliegenden Elektronen. Eine Kappe sorgt für die Abdeckung des störenden Kathodenlichts.

Die Steuerung des Rohres kann auf zweierlei Arten erfolgen: einmal kann bei fester Spannung des Anzeigegitters die Steuerspannung am Gitter des unteren Dreipolsystems angelegt werden. Die mit der unteren Anode verbundenen Ablenkstege übernehmen hierbei die Strahlsteuerung im Anzeigesystem. Zum anderen kann die Strahlsteuerung des Anzeigesystems vom Anzeigegitter aus erfolgen. In beiden Fällen findet eine fächerförmige Steuerung des Elektronenstrahls und eine entsprechende fächerförmige Aufhellung des Leuchtschirms statt. Bei der zweiten angegebenen Steuerungsart, vom Anzeigegitter her, bleibt das untere Dreipolsystem noch für weitere Verwendungszwecke frei. In einer Anzahl von Empfängertypen ist dieser Weg,

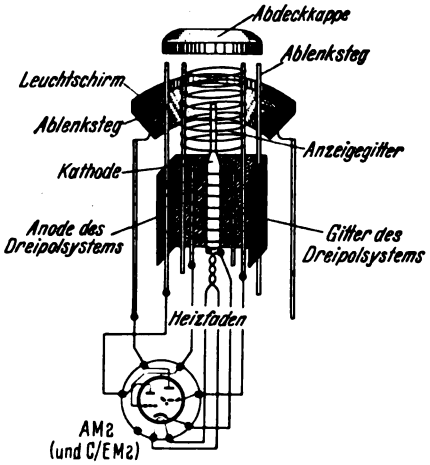


Abb. 2. Abstimmungsanzeigerohr.

unter Ausnutzung des Dreipolsystems als Niederfrequenzverstärker, beschritten worden. In allen Fällen aber ist die Schaltung so gewählt, daß der Leuchtstrom des Anzeigerohres und damit die fächerförmige Aufhellung des Leuchtschirms, den Höchstwert erreicht, wenn der Empfänger genau auf die Trägerwelle des zu empfangenden Senders abgestimmt ist.

Digitized by Google

Das Abstimmungs-Anzeigerohr ist unter der Typenbezeichnung AM 2 mit einer Heizspannung von 4 V (Wechselstrom) und unter C/EM 2 mit einer Heizspannung von 6,3 V für Auto-Batteriebetrieb auf dem Markt.

Die durch diesen trägheitslosen Abstimmungsanzeiger nunmehr ermöglichte Scharfabstimmung macht erst die im Interesse der Klanggüte vorgesehene symmetrische Bandbreitenregelung sinnvoll. Abb. 3 zeigt z. B. eine Schaltung für symmetrische Bandbreitenregelung, wobei die drei Kondensatoren C_1, C_2, C_3 baulich zusammengefaßt sind, wie es Abb. 4 zeigt.

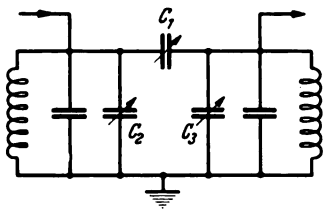


Abb. 3. Schaltung für Bandbreitenregelung.

Aus der Vielzahl der gezeigten Empfänger können, wegen des beschränkten Raumes, nur einige als Beispiel besprochen werden. Als Gemeinschaftserzeugnis der Rundfunkindustrie wurde der Deutsche Olympiakoffer 37 herausgegeben; ein Batterieempfänger mit eingebauter Rahmenantenne für die Reise. In Abb. 5 ist die Schaltung eines hochwertigen Überlagerungsempfängers dargestellt, der für Allstrombetrieb mit selbsttätiger Scharfabstimmung ausgerüstet ist. Diese selbsttätige Nachabstimmung erfolgt, in ähnlicher Weise wie die selbsttätige Schwundregelung, durch Beeinflussung des Oszillators vom Ausgang des Empfängers her. Es wird damit die richtige Einstellung der Zwischenfrequenz auf die Mitte der Zwischenfrequenz-Bandfilter gewährleistet. Der Empfänger verfügt des weiteren über eine Sprach-Musik-Umschaltung, Stillabstimmung und die oben schon besprochene Abstimmungsanzeige mit „Magischem Auge".

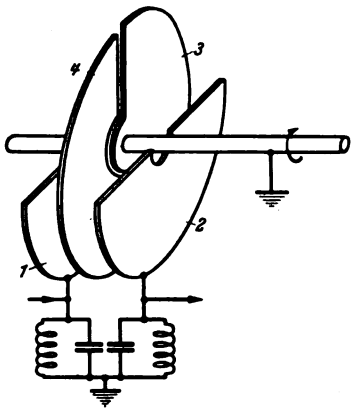
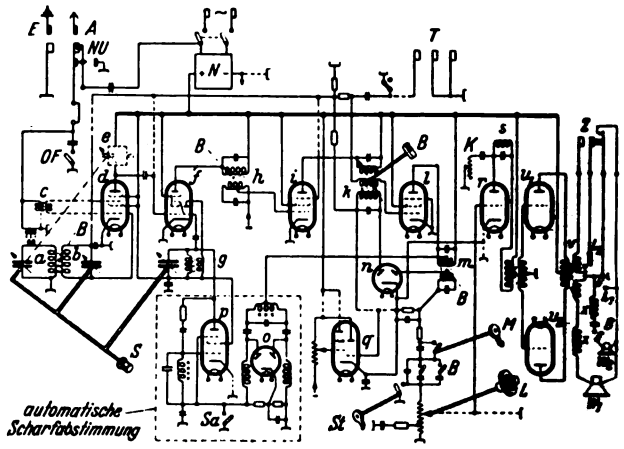


Abb. 4. Regelkondensator.

Ein anderer Empfänger der hochwertigen Superklasse besitzt eine selbsttätige Wahl für zwanzig Sender, indem zur Einstellung eines dieser Sender jeweils nur ein Knopf zu drücken ist, worauf der Empfänger selbsttätig die Abstimmung und Scharfstellung vornimmt. Damit dürfte das Höchstmaß an Automatik im Empfängerbau erreicht sein. Die selbsttätige Abstimmung kann im übrigen durch einen Handgriff ausgerückt werden, so daß der Empfänger für die Handabstimmung aller erreichbaren Sender frei wird. Selbsttätige Schwundregelung und Abstimmungsanzeige gehören in dieser Empfängerklasse zu den Selbstverständlichkeiten.

Trotz sorgfältigsten Ausbaus des deutschen Sendernetzes sind bekanntlich immer noch kleine Bezirke vorhanden, in denen der drahtlose Rundfunkempfang zu wünschen übrig läßt. Für diese Gegenden hat die Deutsche Reichspost den hochfrequenten Drahtfunk geschaffen. Wenn er auch wegen seiner sehr viel geringeren Störanfälligkeit in Bezirken mit ausreichender drahtloser Rundfunkversorgung mit Nutzen anzuwenden ist, so liegt doch sein Hauptwert im Anschluß drahtlos schlecht versorgter Gebiete an das allgemeine Rundfunknetz. Wegen dieser seiner Bedeutung wurde er in einer Sonderschau der Reichspost dem Ausstellungsbesucher besonders veranschaulicht. Dieselbe Sonderschau zeigte des weiteren Entwicklung und Wirkungsweise des Rundfunks in sinnfälligen Darstellungen.

Einer der Hauptanziehungspunkte der diesjährigen Ausstellung war die in Halle VI von der Deutschen Reichspost gemeinsam mit der an der Fernsehentwicklung beteiligten Industrie geschaffene Fernsehschau. Nach der vom Reichspostminister vor kurzem verkündeten neuen deutschen Fernsehnorm brachte die Fernsehausstellung durchweg 441zeilige Bilder mit Zeilensprung. Durch die höhere Zeilenzahl (der bisherige öffentliche Fernsehbetrieb arbeitete mit 180 Bildzeilen) besitzen die Fernsehbilder heute ein sehr viel höheres Auflösungsvermögen, d. h. einen größeren Reichtum an Einzelheiten im Bilde, während das störende Bildflimmern durch das Zeilensprungverfahren praktisch wegfällt. Hierbei werden zwei Teilbildraster mit je 25 Bildwechseln in der Sekunde gesandt, die Bildfläche also 50mal ausgeleuchtet. Neben vereinzelten mechanischen Bildabtastern für Filmübertragungen wurde eine große Zahl von Elektronenbildfängern, die sowohl als Kathodenstrahlabtaster mit Speicherwirkung als auch als Elektronenbildzerleger ausgeführt waren, gezeigt. Die Fernsehbildübertragungen fanden fortlaufend von drei Bühnen, deren Programm von der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft gestaltet wurde, und aus dem Freigelände der Funkausstellung statt. Für diese unmittelbare Übertragung war auch ein Fernseh-Zwischenfilm-Geber vorgesehen, der durch eine bemerkenswert geschlossene Ausführung auffiel. Eine, vielleicht für öffentliche Veranstaltungen geeignete Rednerübertragung wurde viel beachtet. Die Fernsehbilder wurden durchweg auf Braunschen Röhrenempfängern wiedergegeben. Die im vorigen Jahr begonnene Entwicklung der Großprojektion von Braunschen Röhrenbildern zeigte in diesem Jahr schon wesentliche Fortschritte bezüglich Bildhelligkeit und Durchsteuerbarkeit.



A	Antenne	*h*	1. Zwischenfrequenz-Bandfilter
B	Bandbreiteregler	*i*	1. Zwischenfrequenz-Verstärkerröhre
E	Erde	*k*	2. Zwischenfrequenz-Bandfilter
K	Klangregler (mit *B* gekuppelt)	*l*	2. Zwischenfrequenz-Verstärkerröhre
L	Lautstärkeregler	*m*	3. Zwischenfrequenz-Bandfilter
M	Sprache/Musik-Schalter	*n*	Empfangs-Gleichrichterröhre
N	Netzteil	*o, p*	Röhren für selbsttätige Scharfabstimmung
OF	Ortsfernschalter	*q*	„Magisches Auge"
S	Senderwähler	*r*	Niederfrequenz-Verstärkerröhre
St	Schalter für Stillabstimmung	*s*	9 kHz-Sperre
T	Anschluß für Tonabnehmer	u_1, u_2	Gegentaktendröhren
Z	Anschluß für Zusatz-Lautsprecher	*v*	Ausgangsübertrager
a, b	Eingangsbandfilter,	w_1	Elektrodynamischer Tiefton-Lautsprecher
c	Kurzwellenspulen 1. Kreis	w_2	Elektrodynamischer Hochton-Lautsprecher
d	Vorröhre		
e	2. Kurzwellenkreis		
f	Oszillator- und Mischröhre		
g	Oszillator		

Abb. 5. Schaltung eines Superhetempfängers.

Insgesamt war der Eindruck vom Stande der Fernsehentwicklung auf der diesjährigen Funkausstellung derart, daß ein öffentlicher Einsatz des Fernsehens in breiterem Maße gerechtfertigt erscheint.

Digitized by Google

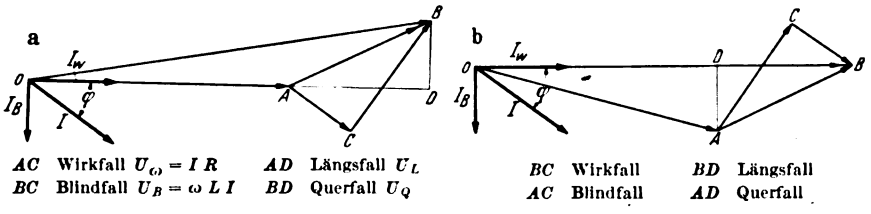
Graphische Hilfsmittel zur Spannungsberechnung bei Drehstrom-Freileitungen.

Von Karl Kohler VDE, Karlsruhe.

621. 315. 171. 012. 7

Übersicht. Die graphische Darstellung einiger allgemeiner Beziehungen, welche eine leichte Berechnung der Spannungsänderung einer Drehstrom-Freileitung ermöglichen, wird begründet.

Selbst wenn man den Fall der sogenannten „langen Freileitung" bei der Betrachtung ausschließt, was in der folgenden Untersuchung geschehen soll, wird die Berechnung der Spannungsänderung[1]) einer Freileitung nicht ohne Benutzung von Funktionstafeln möglich sein. Die für die Berechnung erforderlichen Angaben sind, soweit es sich um die Leistung handelt, im allgemeinen recht unsicher. Daher ist es verständlich, wenn man ein möglichst bequemes Näherungsverfahren für die Rechnung anstrebt. Formelvereinfachungen unter Vernachlässigung wesentlicher physikalischer Voraussetzungen, z. B. der Induktivität der Leitung, des tatsächlichen Leiterabstandes usw., sind zu vermeiden, wenn man keine Fehldispositionen will. Auf eine besondere Genauigkeit der numerischen Ausführung der Rechnung braucht dagegen nicht geachtet zu werden. Die Verwendung graphischer Lösungen ist daher naheliegend[2]).



AC Wirkfall $U_{\ddot{u}} = I\,R$ *AD* Längsfall U_L
BC Blindfall $U_B = \omega\,L\,I$ *BD* Querfall U_Q

AO Spannung am Ende U_2 *OB* Spannung am Anfang der Leitung U_1

BC Wirkfall *BD* Längsfall
AC Blindfall *AD* Querfall

Abb. 1. Diagramm. — Die Leistungsangaben beziehen sich bei a auf das Ende und bei b auf den Anfang der Leitung.

1. Begründung der Gleichungen.

1. Ableitung der Grundbeziehung.

a) Die Leistungsangaben beziehen sich auf das Ende der Leitung:

Bei Benutzung der in Abb. 1 a verwendeten Zeichen ergibt sich unmittelbar folgende Spannungsbeziehung[3]):

$$U_1^2 = (U_2 + U_L)^2 + U_Q^2 .$$

Die Spannungsänderung zwischen Leerlauf und Vollast ist dann

$$U_{\ddot{u}} = U_1 - U_2 = \sqrt{(U_2 + U_L)^2 + U_Q^2} - U_2 .$$

Durch Binominalentwicklung der Wurzel erhält man für die auf die Nennspannung U_0 bezogene Spannungsänderung $\bar{u}_{\ddot{u}}$ die Gleichung:

$$\bar{u}_{\ddot{u}} = \frac{U_1 - U_2}{U_0} = \bar{u}_L + \frac{1}{2}\,\bar{u}_Q^2 \left(\frac{1}{U_2/U_0 + \bar{u}_L}\right) - \frac{1}{8}\,\bar{u}_Q^4 \left(\frac{1}{U_2/U_0 + \bar{u}_L}\right)^3 + \cdots ,$$

wobei $\bar{u}_L$ den auf die Nennspannung U_0 bezogenen Längsfall und $\bar{u}_Q$ den entsprechenden Wert des Querfalls bedeuten.

b) Die Leistungsangaben beziehen sich auf den Anfang der Leitung:

Aus Abb. 1 b ergibt sich hier als Spannungsbeziehung:

$$U_2^2 = (U_1 - U_L)^2 + U_Q^2 .$$

Hieraus läßt sich wieder in gleicher Weise wie vorher für die auf die Nennspannung U_0 bezogene Spannungsänderung zwischen Leerlauf und Vollast ableiten:

$$\bar{u}_{\ddot{u}} = \frac{U_1 - U_2}{U_0} = \bar{u}_L - \frac{1}{2}\,\bar{u}_Q^2 \left(\frac{U_0}{U_2}\right) - \frac{1}{8}\,\bar{u}_Q^4 \left(\frac{U_0}{U_2}\right)^3 - \cdots .$$

In beiden Fällen können als erste Näherungslösung

$$\bar{u}'_{\ddot{u}} = \bar{u}_L$$

und als zweite

$$\bar{u}''_{\ddot{u}} = \bar{u}_L \pm \frac{1}{2}\,\bar{u}_Q^2$$

genommen werden, wobei sich das + -Zeichen auf Fall a) und das — -Zeichen auf Fall b) bezieht.

2. Fehlerabschätzung der Näherungslösungen.

Die für die Berechnung erforderlichen Angaben über Leitung und Leistung sollen nun genau vorliegen. Die sich dann noch ergebenden größtmöglichen Fehler seien ε' (Anteil der sich aus der Ungenauigkeit der Rechnung durch Vernachlässigung höherer Dezimalstellen ergibt) und ε'' (Anteil durch Verwendung einer Näherungsformel). Der Gesamtfehler ist dann höchstens $\varepsilon' + \varepsilon''$. Beschränkt man sich bei der Festlegung des Ergebnisses von $\bar{u}_{\ddot{u}}$ in % auf die erste Dezimale, dann ist $\varepsilon' = \pm 0{,}0005$. Der weitere Fehleranteil (ε'') läßt sich durch Vergleich der verwendeten Näherungsformel mit der genannten Beziehung bestimmen. Es ist $\varepsilon'' = \bar{u}_{\ddot{u}} - \bar{u}'_{\ddot{u}}$ bzw. $\varepsilon'' = \bar{u}_{\ddot{u}} - \bar{u}''_{\ddot{u}}$.

Bei einem vorgegebenen ε'' können nun auf Grund dieser Beziehungen die Grenzen der Anwendbarkeit der entsprechenden Näherungsformel ermittelt werden. Begrenzt man den ganzen Fehler auf $\pm 0{,}1$ % bzw. auf $\pm 0{,}001$ absolut, was ohne weiteres zulässig erscheint, dann ist $\varepsilon'' = \pm 0{,}0005$. Die Durchführung der entsprechenden Rechnungen ergibt dann, daß die erste Näherungslösung bei $-3\,\% = -0{,}03 \leqq \bar{u}_Q \leqq +0{,}03 = +3\,\%$ und die zweite bei $-9{,}5\,\% = -0{,}095 \leqq u_Q \leqq +0{,}095 = +9{,}5\,\%$ anwendbar ist. Diese Ergebnisse haben noch zur Voraussetzung, daß

$$-0{,}05 \leqq \bar{u}_L \leqq +0{,}05 \text{ und } (1 - 0{,}05) \leqq \frac{U_2}{U_0} \leqq (1 + 0{,}05)$$

ist; dies bedeutet auch, daß die Spannung U_1 um rd. ± 10 % von der Nennspannung abweichen darf. Die Annahme eines Änderungsbereichs der Spannung U_2 ist notwendig, da eine einzelne Leitung fast immer innerhalb eines Netzes betrieben wird und hier die Spannung an allen Enden praktisch nicht konstant gehalten werden kann.

---

[1]) Für die Bezeichnung der Größen wurden die Vorschläge des AEF nach ETZ 56 (1935) S. 951 berücksichtigt.

[2]) Vgl. hierzu das zahlreiche Schrifttum, z. B. ETZ 37 (1916) S. 437, 43 (1922) S. 1318, 46 (1925) S. 1223, 47 (1926) S. 530 u. 561.

[3]) Die Vernachlässigung der Leitungskapazität erfolgt mit der bekannten Begründung, daß die durch die Leistung bedingte Änderung des kapazitiven Spannungsabfalls unbeachtlich ist.

Digitized by Google

3. Relativer Längs- und Querfall der symmetrisch belasteten Drehstromleitung.

Bedeuten R_0 den Wirk-, ωL_0 den Blindwiderstand je km Einfachleitung, l die Länge derselben in km und

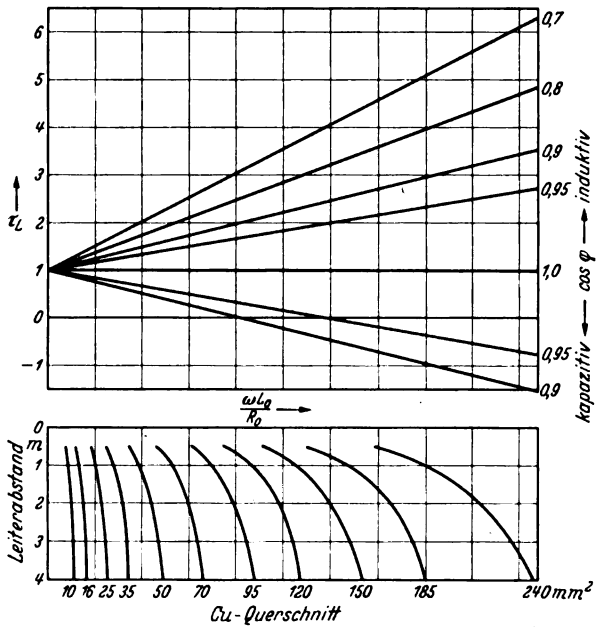


Abb. 2a. Der Tangensfaktor τ_L in Abhängigkeit vom Leiterabstand, Seilquerschnitt und cos φ für Kupferleitungen und 50 Hz.

I bzw. I_w die Effektivwerte des Stromes bzw. des Wirkstromes in A, dann ist nach Abb. 1

$$U_L = I\,l\,(R_0 \cos\varphi + \omega L_0 \sin\varphi) = I_w\,l\,(R_0 + \omega L_0 \operatorname{tg}\varphi) \text{ in V}$$

$$U_Q = I\,l\,(\omega L_0 \cos\varphi - R_0 \sin\varphi) = I_w\,l\,(\omega L_0 - R_0 \operatorname{tg}\varphi) \text{ in V.}$$

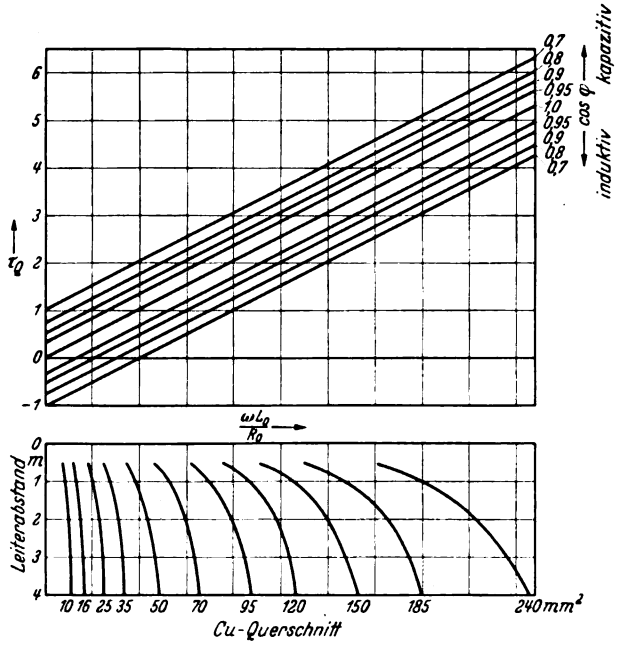


Abb. 3a. Der Tangensfaktor τ_Q in Abhängigkeit vom Leiterabstand, Seilquerschnitt und cos φ für Kupferleitungen und 50 Hz.

Bestimmt man den Strom aus der Nennleistung N nach der Beziehung $N = 3\,U_0\,I_w$ (N in kW und U_0 in kV), dann sind die auf die Nennspannung bezogenen Spannungsfälle in %:

$$\bar{u}_L = \frac{N\,l}{10\,U^2}\,(R_0 + \omega L_0 \operatorname{tg}\varphi) \text{ in \%}$$

$$\bar{u}_Q = \frac{N\,l}{10\,U^2}\,(\omega L_0 - R_0 \operatorname{tg}\varphi) \text{ in \%.}$$

(U ohne Fußzeichen bedeutet hierbei den Nennwert der verketteten Betriebsspannung in kV).

Bezeichnet man $(R_0 + \omega L_0 \operatorname{tg}\varphi)$ mit Längsfallwiderstand je km und sinngemäß $(\omega L_0 - R_0 \operatorname{tg}\varphi)$ mit Quer-

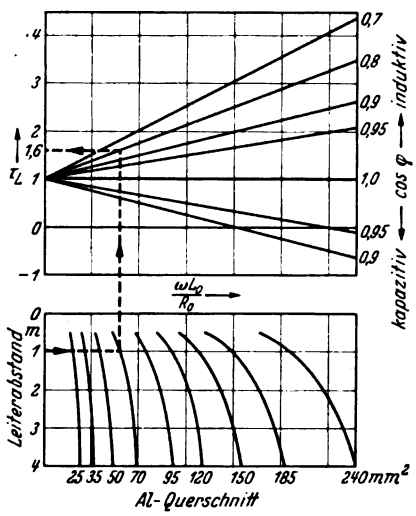


Abb. 2b. Der Tangensfaktor τ_L in Abhängigkeit vom Leiterabstand, Seilquerschnitt und cos φ für Aluminiumleitungen und 50 Hz.

fallwiderstand je km und setzt diese beiden Größen gleich R_0' bzw. R_0'', also

$$R_0' = (R_0 + \omega L_0 \operatorname{tg}\varphi) \text{ und } R_0'' = (\omega L_0 - R_0 \operatorname{tg}\varphi),$$

dann ist

$$\bar{u}_L = \frac{N\,l}{10\,U^2}\,R_0' \text{ \% und } \bar{u}_Q = \frac{N\,l}{10\,U^2}\,R_0'' \text{ in \%,}$$

oder auch

$$\bar{u}_L = \frac{N\,l}{10\,U^2}\,R_0\,\tau_L \text{ \% bzw. } \bar{u}_Q = \frac{N\,l}{10\,U^2}\,R_0\,\tau_Q \text{ in \%,}$$

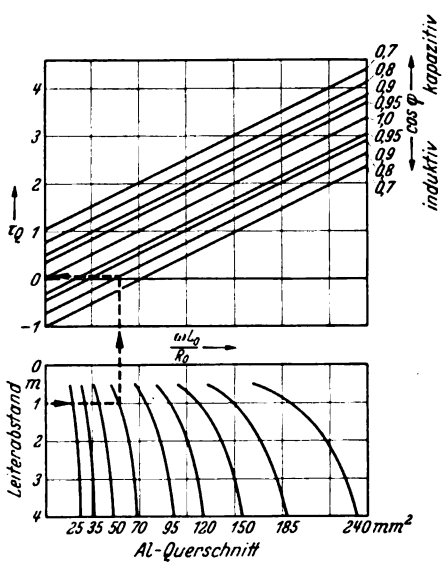


Abb. 3b. Der Tangensfaktor τ_Q in Abhängigkeit vom Leiterabstand, Seilquerschnitt und cos φ für Aluminiumleitungen und 50 Hz.

wobei

$$\tau_L = \frac{R_0'}{R_0} = 1 + \frac{\omega L_0}{R_0} \operatorname{tg}\varphi \text{ und } \tau_Q = \frac{R_0''}{R_0} = \frac{\omega L_0}{R_0} - \operatorname{tg}\varphi$$

ist. Nach J. Teichmüller können die Verhältniszahlen τ_L und τ_Q als Tangensfaktoren des Längs- bzw. des Querfalls bezeichnet werden[4]).

[4]) J. Teichmüller, ETZ 42 (1921) S. 780 u. 817.

Digitized by Google

2. Lösung der Gleichungen.

Soweit es sich bei der Rechnung um reine Produkte mehrerer Faktoren handelt, ist die Bestimmung des Ergebnisses mit Hilfe des Rechenschiebers das einfachste. Von dieser Voraussetzung weichen die Größen R_0' und R_0'' bzw. τ_L und τ_Q ab; dieselben verlangen daher eine besondere Ermittlung.

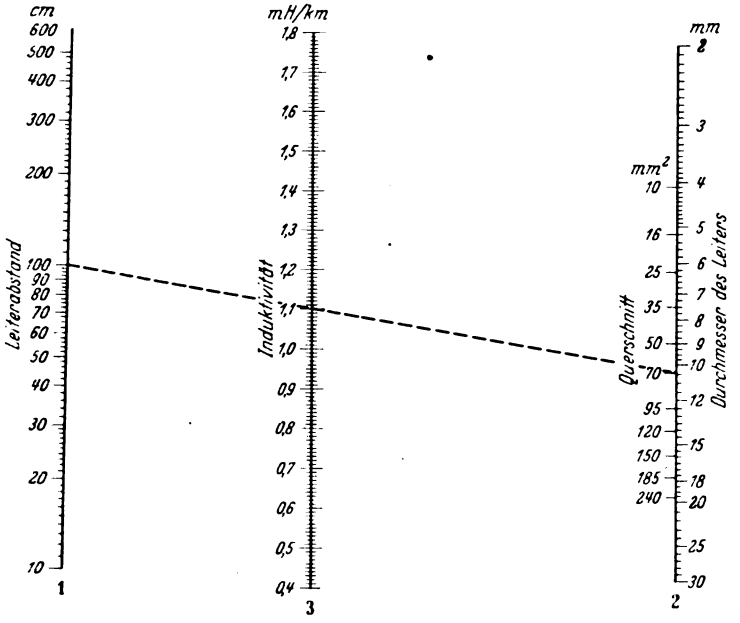


Abb. 4. Tafel zur Bestimmung der Induktivität einer Einfachleitung nach der Beziehung: $L_0 = 2\left(\ln \frac{D}{r} + 0{,}25\right) \cdot 10^{-4}$ H/km.

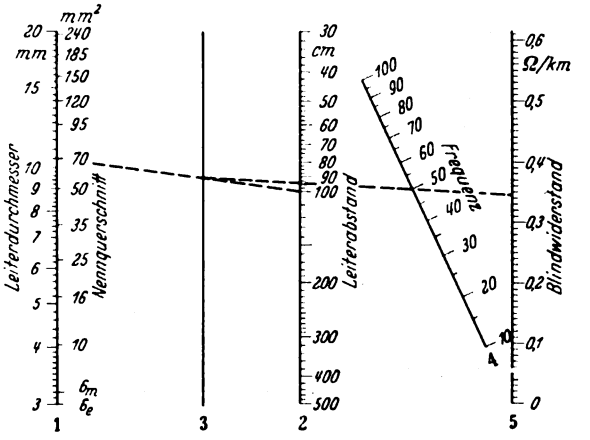


Abb. 5. Tafel zur Bestimmung des Blindwiderstandes einer Einfachleitung je km Länge.

1. Die Tangensfaktoren.

Die Beziehungen für τ_L und τ_Q stellen in einem rechtwinkligen Koordinatensystem mit $(\omega L_0/R_0)$ als unabhängige Veränderliche für jeden Winkel φ einfach zu bestimmende Geraden dar. Die τ_L-Geraden gehen alle durch den Punkt (0,1) und haben die Neigung $\operatorname{tg}\varphi$ (Abb. 2 a und 2 b); die τ_Q-Geraden sind dagegen mit $-\operatorname{tg}\varphi$ als Ordinatenabstand parallel zur Quadrantenhalbierenden (Abb. 3 a und 3 b).

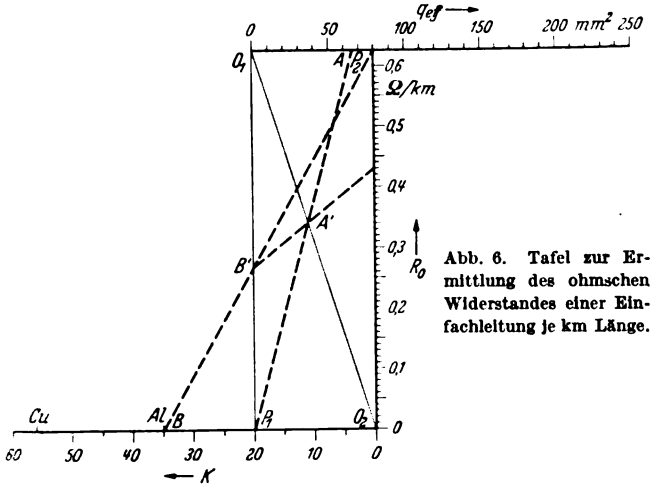


Abb. 6. Tafel zur Ermittlung des ohmschen Widerstandes einer Einfachleitung je km Länge.

Durch gleichzeitige Darstellung von $(\omega L_0/R_0)$ als Funktion von D (Leiterabstand) mit Querschnitt q als Parameter wird erreicht, daß man in je einem einzigen Kurvenblatt für jeden Leitungsbaustoff bei konstanter Frequenz alle Abhängigkeiten von τ_L und τ_Q ohne Hilfsrechnung übersehen und bestimmen kann. Die Ermittlung im einzelnen ergibt sich aus dem gestrichelten Linienzug der Abb. 2 b und 3 b. (Beispiel: Für $q = 70$ mm² Al, $D = 1$ m und $\cos\varphi = 0{,}8$ erhält man $\tau_L = 1{,}6$ und $\tau_Q = 0{,}05$.)

2. Längs- und Querfallwiderstand.

Falls nur die Normalfrequenz zu berücksichtigen ist, genügt obige Darstellung. Die Beziehungen für R_0' und R_0'' lassen sich jedoch unter Beachtung aller Veränderlichkeiten allgemein darstellen.

Ausgehend von dem Nomogramm für die Bestimmung der Induktivität[5]) L_0 einer Einfachleitung in H/km nach der Gleichung (Abb. 4)

$$L_0 = 2\left(\ln \frac{D}{r} + 0{,}25\right) 10^{-4}$$

bzw.

$$\left(\frac{10^4 L_0}{2} - 0{,}25\right) = \ln D - \ln r,$$

gelangt man zwecks graphischer Ermittlung des entsprechenden Blindwiderstandes leicht zur Tafel der Abb. 5. Hierbei ist lediglich eine sogenannte Z-Linie unter Verwendung der regulär geteilten Skala für L_0 zur Ausführung der ergänzenden Multiplikation von L_0 mit ω bzw. $2\pi f$ eingegliedert. (Beispiel: Für 70 mm² Al erhält man nach Abb. 4 eine Induktivität von 1,1 H/km und nach Abb. 5 einen induktiven Widerstand von 0,345 Ω/km.)

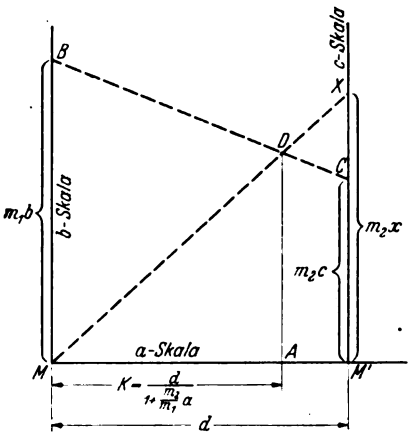


Abb. 7. Hilfsbild.

Ebenso einfach gestaltet sich die Darstellung des ohmschen Widerstandes je Einheit der Leitungslänge. Die Lösung der Gleichung $R_0 = 1000/k \cdot q$ Ω/km (k Leitwert des Leitungsbaustoffs) erfolgt in Abb. 6 mit Hilfe der Z-Linie $P_1O_1O_2P_2$; auf der Achse O_1P_1 ist hierbei der Wert $1/k$ und auf O_2P_2 die Veränderliche R_0 aufzutragen bzw. abzulesen. Die beiden Linien O_1P_1 und O_1O_2 tragen

[5]) J. Hack, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 39 (1921) S. 521.

Digitized by Google

hierbei irreguläre Skalen; durch Anordnung der zu den Achsen senkrechten Linien O_1P_1 und O_2P_2 erhält man jedoch in Verbindung mit den projektiven Zentren P_1 und P_2 auch für die Veränderlichen q und k lineare Teilungen, wodurch sich die Anfertigung der Tafel wesentlich vereinfacht. [Beispiel: Für 70 mm² Al ($q_{eff} = 66$ mm²)

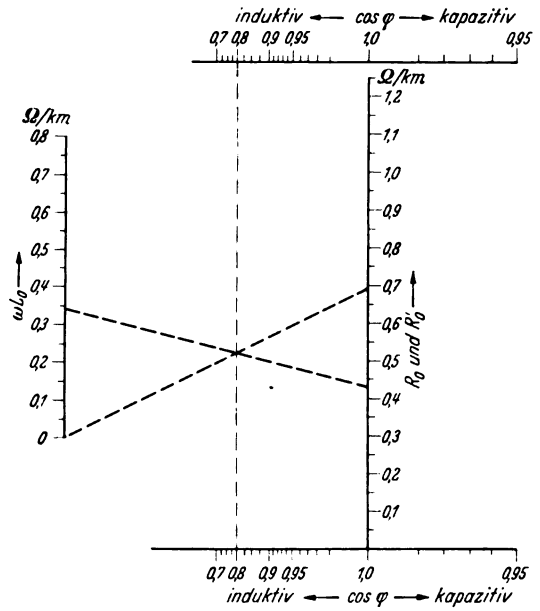


Abb. 8a. Tafel zur Bestimmung des Längsfallwiderstandes je km Einzelleitung.

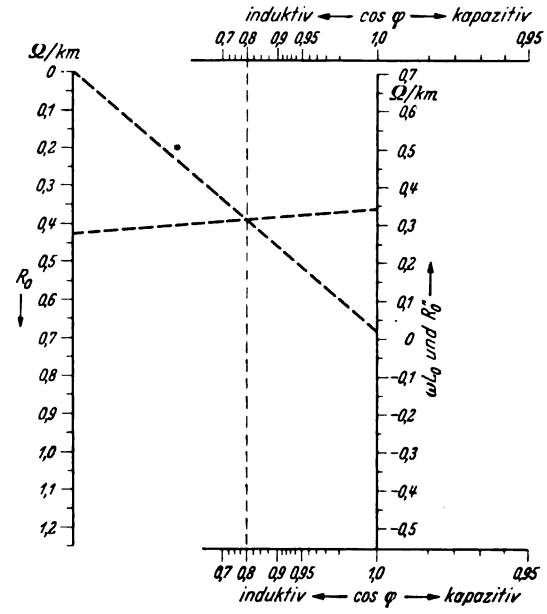


Abb. 8b. Tafel zur Ermittlung des Querfallwiderstandes je km Einzelleitung.

erhält man zunächst durch die Geraden P_1A und P_2B die eigentlichen Skalenpunkte A' und B' und damit als gesuchten Widerstand $R_0 = 0{,}43\ \Omega$/km.]

Für die Darstellung von R'_0 und R''_0 ist nach Kenntnis der Widerstände R_0 und ωL_0 grundsätzlich noch die Gleichung $x = a\,b + c$ graphisch zu lösen. Trägt man in Abb. 7 auf zwei parallelen Achsen die Werte b und c auf ($MB = m_1\,b$, $M'C = m_2\,c$; hierbei sind m_1 und m_2 Maßstabkonstanten), dann bestätigt der Proportionalitätslehrsatz die Richtigkeit folgenden Verfahrens, wenn M der Nullpunkt der b-Skala ist und der Abstand

$$k = \frac{d}{1 + m_2\,a/m_1}$$

gewählt wird:

Verbinde B mit C; die im Abstand k zu MB bzw. zur b-Skala gezogene Parallele schneidet BC in D. Die Gerade MD schneidet dann die c-Skala im Punkte X; es zeigt sich hierbei, daß $M'X$ bis auf die Maßstabkonstante m_2 gleich dem gesuchten Wert x ist. Zur Erleichterung des Einzeichnens der Parallelen zu MB durch A wird der Abstand k zweckmäßig auf zwei Senkrechten zur b-Skala unter Kennzeichnung der entsprechenden a-Werte vermerkt. Im übrigen ist es ohne Belang, wo die Fußpunkte dieser Lote auf der b-Skala liegen, so daß dieselben auch ohne weiteres als obere und untere Begrenzung der Rechentafel verwendet werden können. Abb. 8a und 8b ermöglichen die Ermittlung von R'_0 und R''_0 nach dem geschilderten Verfahren. Unter Verwendung der oben für 70 mm² Al bei $D = 1$ m und $f = 50$ Hz gefundenen Werte von R_0 (0,43 Ω/km) und ωL_0 (0,345 Ω/km) erhält man z. B. mit Abb. 8a für R'_0 einen Wert von 0,69 Ω/km und mit Abb. 8b sinngemäß $R''_0 = +0{,}02\ \Omega$/km.

Selbstverständlich wäre es möglich, die Tafeln der Abb. 5 und 6 mit denjenigen der Abb. 8a und 8b zu vereinigen; dadurch wäre zu erreichen, daß alle Abhängigkeiten ohne Zwischenrechnung in einem einzigen Blatt bestimmbar sind.

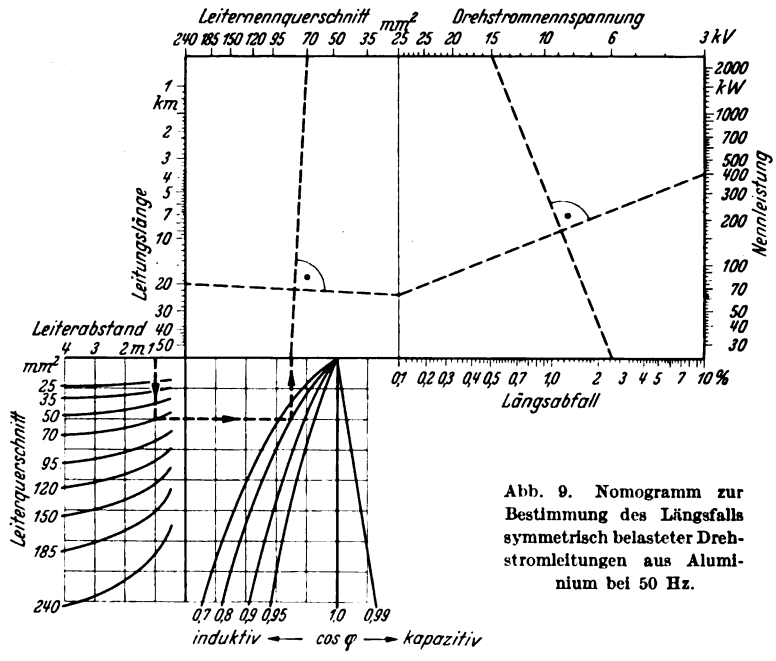


Abb. 9. Nomogramm zur Bestimmung des Längsfalls symmetrisch belasteter Drehstromleitungen aus Aluminium bei 50 Hz.

3. Nomogramm für den Längsfall.

Sofern man τ_L in der Darstellung der Abb. 2 einer Skala im entsprechenden Maßstab angliedert, kann die Ermittlung von $\bar{u}_L$ als Produkt aus fünf Faktoren mit logarithmisch geteilten Fluchtlinien erfolgen. Zur Vermeidung verwirrender Hilfslinien ist es zweckmäßig, die Skalen einander in Rechteckform zuzuordnen, wobei die entsprechenden Multiplikationen in jedem Rechteck durch ein senkrechtes Achsenkreuz ausgeführt werden. Für Aluminium und 50 Hz ist in Abb. 9 das Nomogramm für $\bar{u}_L$ angegeben. (Beispiel: Der gestrichelte Linienzug ergibt für $q = 70$ mm² Al, $D = 1$ m, $\cos\varphi = 0{,}8$, $l = 20$ km, $N = 400$ kW und $U = 15$ kV ein $\bar{u}_L$ von 2,5 %.)

Digitized by Google

Zusammenfassung.

Nach Ableitung der Beziehung zwischen Längsfall, Querfall und Spannungsänderung werden auf Grund der Annahme eines höchstzulässigen Fehlers die Grenzen der angegebenen Näherungslösungen ermittelt. Die Gleichungen für den relativen Längs- und Querfall werden angegeben. Es wird dann angenommen, daß zum Rechnen der Rechenschieber benutzt wird, sofern es sich um einfache Produkte handelt. Die für diese Voraussetzung nicht geeigneten Teile der Formeln werden dann zu Faktoren zusammengefaßt, deren graphische Darstellung bzw. Ermittlung einfach ist. Zwei Lösungen werden gezeigt. Im ersten Fall handelt es sich um die Bestimmung der sogenannten Tangensfaktoren und im zweiten um die Ermittlung der definierten Längsfall- bzw. Querfallwiderstände. Zum Schluß wird dann noch der relative Längsfall der Aluminiumleitungen bei 50 Hz in einem Nomogramm geschlossen dargestellt.

Einführung zu der Prüfvorschrift der elektrischen Bremsung in den R.E.B. 1938.

Von **Karl Lüdde** VDE, Breslau.

621. 337. 521 (083. 133)

Übersicht. Aufgabe dieser Ausarbeitung ist die Begründung der Prüfvorschrift für die Bremsprobe elektrischer Motoren für die R.E.B. (Regeln für elektrische Bahnmotoren). Diese Bremsvorschriften, die gelegentlich der Neubearbeitung der R.E.B. vom VDE-Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung eingehend beraten wurden, sollen in die demnächst erscheinende Schlußfassung aufgenommen werden.

1. Vorgänge beim elektrischen Bremsen[1]).

Die bei der Bremsung von Motoren auftretenden Spannungen sind proportional der Umdrehungszahl n und dem Feld Φ. Es ist

$$U = \text{const}\,\Phi\, n. \tag{1}$$

Will man die bei der Bremsung auftretenden Spannungen feststellen, so braucht man lediglich die Motorkennlinie für Strom und Spannung bei den verschiedenen Umdrehungszahlen aufnehmen. Der Höchstumdrehungszahl und dem Höchstkraftfluß ist dann auch die Höchstspannung zugeordnet. Interessiert noch die Höchstklemmenspannung, dann wird man genau so wie in anderen Motoruntersuchungen unter Berücksichtigung der Ankerrückwirkung den inneren Spannungsabfall in Abzug bringen. Für die Feststellung der höchsten Stromstärken und Spannungsspitzen sind also Untersuchungen am fahrenden Fahrzeug völlig unnötig.

Nun wollen wir aber im Gefahrfall in der Lage sein, die Bremsung mit kleinstem Bremsweg durchzuführen und benötigen deshalb ein möglichst großes Ankerdrehmoment. Es ist

$$M_d = \frac{p}{a}\,\frac{n\Phi}{2\pi 9{,}81}\, I = \text{const}\,\Phi\, I. \tag{2}$$

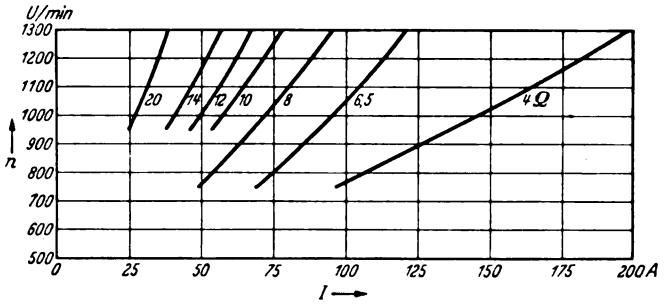
Wenn ein möglichst großes Drehmoment gebraucht wird, wird man mit einem großen Strom und damit auch mit möglichst großer Sättigung rechnen können. Setzen wir deshalb diese vollkommene Sättigung voraus und vernachlässigen wir den inneren Spannungsabfall im Motor, dann werden wir keinen allzu großen Fehler machen, wenn wir an Stelle der Gl. 1 schreiben

$$U = \text{const}\, n, \tag{3}$$

in Worten: Bei starker Bremsung steigt die Spannung mit der Umdrehungszahl nahezu verhältnisgleich und da $U = R \cdot I$, worin R der äußere Widerstand ist, so ergibt sich weiter, daß auch der Strom auf jeder Bremsstufe mit der Drehzahl nahezu verhältnisgleich ansteigt (Abb. 1).

Nach Aufnahme der Kennlinie sind also alle zur Feststellung von Spannung, Strom und Umdrehungszahl notwendigen Unterlagen bekannt, und damit stellen wir als bemerkenswerte Tatsache fest, daß die Antriebskraft, die Wucht der Massen, in unserer Überlegung überhaupt nicht vorkommt, daß also die höchsten Ausschläge von Strom und Spannung lediglich elektrisch und nicht mechanisch bedingt sind.

Daraus folgt weiter, daß natürlich auch die auf die Massen wirkende mechanische Verzögerungskraft $P = M \cdot b$ rein elektrisch bedingt ist und aus dem Kennbilde ohne



Die Aufnahme der Kurven erfolgte an Hand von Bremsversuchen mit fest gekuppelter Masse in der Größenordnung von 32 t bezogen auf den Raddurchmesser. Strom und Spannung wurden an Zeigerinstrumenten abgelesen. Gemessene Spannung: Anker + Hilfsfeld.
Hauptstrommotor selbsterregt.
Stundenleistung 19 kW, 550 V, Stundenstrom 42 A.
Widerstand: Anker 0,414 Ω, Hauptfeld 0,950 Ω, Hilfsfeld 0,1035 Ω.
Übersetzung: 1 : 4,7.
Bei n = 750 U/min v = 23,6 km/h Bei n = 1250 U/min v = 39,4 km/h
„ n = 950 „ v = 30,— „ „ n = 1300 „ v = 41,— „
„ n = 1150 „ v = 36,2 „

Abb. 1. Strom und Drehzahl des Motors bei verschieden großen Bremswiderständen.

weiteres bestimmbar, sofern der mechanische Teil unseres Fahrzeuges diesem Druck gewachsen ist und die Wucht überhaupt ausreicht, das Feld aufzubauen. Diese Bedingung muß natürlich mechanisch erfüllt sein. Die Einleitung einer Bremsung hat demnach in jedem Falle zur Folge, daß die Umdrehungszahl sofort etwas nachläßt und die elektrischen Höchstwerte, die der Anfangsgeschwindigkeit entsprechen, nicht ganz erreicht werden können. Bei großer Wucht indessen wird diese Erscheinung vernachlässigt werden können, dagegen kann bei kleiner Wucht bereits ein erheblicher Drehzahlrückgang auftreten.

Mit der elektrischen Einrichtung zwangsläufig gekuppelt sind aber durch die Zahnräder nur die umlaufenden Massen, während Rad und Schiene dagegen nur durch den Gleitwiderstand, also durch eine Rutschkupplung, verbunden sind.

Infolgedessen kann bei Überbremsung, d. h. bei übermäßiger Verkleinerung des äußeren Widerstandes, die

[1]) Verkehrstechnik 17 (1936) S. 119.

Digitized by Google

Wucht des Fahrzeuges, durch die Höhe des Gleitwiderstandes bedingt, nur schwach wirken, dagegen muß selbst im Zustand des Gleitens der Räder immer noch wegen der starren Kupplung die Wucht der umlaufenden Massen, Anker und Radsatz, voll zur Geltung kommen, d. h. die vorberechnete Strom- und Spannungsspitze muß so lange in Erscheinung treten, bis diese umlaufende Wucht verbraucht ist. Das zusammenfallende Feld drückt dann noch etwas nach, und damit kommt bei schlüpfenden Rädern der Anker mehr oder weniger dem Stillstand nahe und deshalb müssen auch Strom und Spannung sinken. Erst jetzt gewinnt die eigentliche Fahrzeugwucht wesentlichen Einfluß, denn nun werden die Räder durch den Gleitwiderstand wieder beschleunigt, die umlaufenden Massen in rasche Umdrehung versetzt, und gleichzeitig wird, mit einer kleinen Winkelverschiebung hinterherhinkend, auch das Feld wieder aufgebaut. Damit steigt auch erneut das elektrische Drehmoment und bremst, wenn der Gleitwiderstand zur vollen Übertragung der elektrischen Bremskraft noch nicht ausreicht, die umlaufende Wucht abermals vorzeitig ab. Je nach den Verhältnissen wird dieser Vorgang noch einige Male hin und her pendeln, bis schließlich die Einflüsse des mechanischen Widerstandes an den Achsen, oder anders ausgedrückt, die des Gleitwiderstandes überwiegen, die Überbremsung beendet ist und die weitere Bremsung bei schlupflosem Abrollen der Räder nur elektrisch bedingt ihren Abschluß findet.

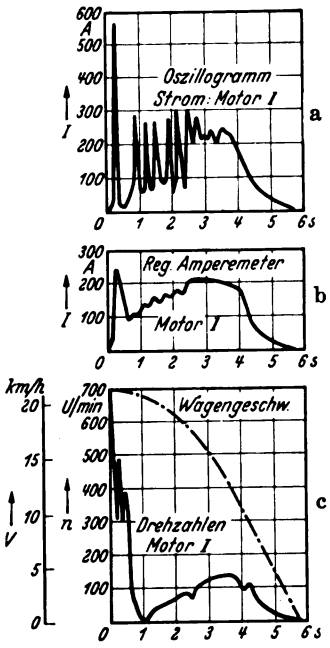
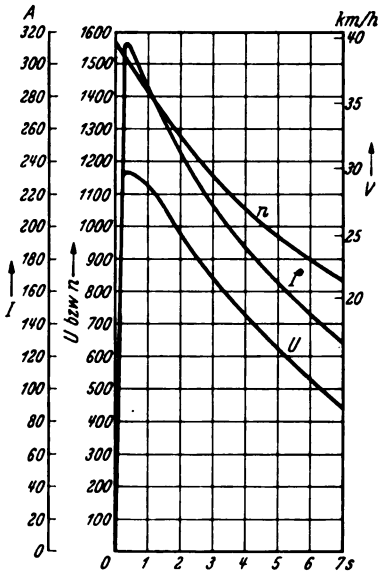


Abb. 2: Strom und Drehzahl des Motors beim elektrischen Bremsen mit Schlupf.

Als Beweis für die Richtigkeit vorstehender Überlegung sei eine Kurvenschar (Abb. 2 a, b, c), die aus dem Jahre 1925 stammt[2]) und von dem verstorbenen Herrn Bethge bekanntgegeben wurde, beigefügt und diese einer Aufnahme ohne Schlupf (Abb. 3) gegenübergestellt. Auch diesen Kurven ist zu entnehmen, daß die Bremsspitze in keinerlei Zusammenhang mit der Fahrzeugwucht oder dem Schienenzustand steht, sondern lediglich eine Folge des Gegendruckes der gebremsten Wucht der umlaufenden Massen ist, die in allen Versuchsfällen die gleiche Größe hatte. Die Motoren selbst müssen also in der Lage sein, diese elektrisch ermittelten Spannungsspitzen tatsächlich auszuhalten, denn man kann von keinem Motor verlangen, daß er selbst kurzfristige Stromspitzen, wenn sie ins Ungemessene steigen, aushält. Irgend eine Begrenzung wird man auf Grund der Ausbildung, z. B. der Bürsten, unbedingt annehmen müssen und diesem Höchststrom entspricht dann in Verbindung mit der schon vorher bestimmten Spannung ein ganz bestimmter Bremswiderstand R, der ohne Gefahr für den Motor nicht unterschritten werden darf.

Wie stark darf man nun überhaupt bremsen, wenn man ein Schlüpfen der Räder vermeiden will? Zunächst stellen wir fest, daß ein genaues Rechnen hier keinerlei Zweck hat, denn wären auch die elektrischen Vorgänge genau erfaßbar, so ist doch die Größe der Gleitwiderstandszahl, die zwischen 0,1 und 0,3 oder gar 0,35 schwankt, dermaßen unsicher, daß eine genaue Rechnung auch keine bessere Übersicht als eine Überschlagsrechnung bringen kann. Alle Verluste bleiben daher unberücksichtigt, lediglich die meßbaren Kräfte werden in Beziehung gebracht.

Da indessen für die Bemessungen einer Maschine die Höchstbeanspruchungen maßgebend sind und diese bei Sandung vermutlich auch auftreten wird, erscheint es zweckmäßig mit $\mu = 0{,}3$ zu rechnen. Ein Rechnungsbeispiel zeigt diese Wechselbeziehungen am besten. Die



Die Aufnahme der Kurven erfolgte an Hand von Bremsversuchen mit fest gekuppelter Masse in der Größenordnung von 32 t bezogen auf den Raddurchmesser. Strom, Spannung und Umdrehungszahl wurden durch Oszillogramm aufgenommen. Gemessene Spannung: Anker + Hilfsfeld. Hauptstrommotor selbsterregt. 550 V, Stundenstrom 100 A, Stundenleistung 48 kW. Widerstand: Anker 0,42 Ω, Hauptfeld 0,12 Ω, Hilfsfeld 0,08 Ω. Übersetzung: 1 : 5,77.

Abb. 3. Strom, Drehzahl und Spannung des Motors beim elektrischen Bremsen ohne Schlupf.

Achsbelastung $G/2$ sei mit einem mittleren Wert von 7000 kg angenommen. Die höchste an der Achse noch auftretende Kraft ist dann $0{,}3 \cdot 7000$ kg, und wenn v die Geschwindigkeit in m/h ist, beträgt die Stundenleistung

$$L_h = 0{,}3 \cdot 7000 \cdot v \text{ in mkg/h}$$

oder

$$= \frac{0{,}3 \cdot 7000 \cdot v}{367\,000} \text{ in kW.}$$

Aus dieser Gleichung kann man dann für jede Geschwindigkeit eine Höchstleistung berechnen und aus dieser wieder die normale Stundenleistung, die $^1/_5$ der

Zahlentafel 1*).

km/h	1	2	3	4
	Mechanische bedingte Höchstleistung bei $\mu = 0{,}3$			
	nicht umlaufende Massen	umlaufende Massen	$\sum$ 1 + 2	Stundenleistung = $^1/_5$ der mech. bedingten Höchstleistung (ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades)
	kW	kW	kW	kW
20	115	13	128	27
25	143	16	159	32
30	172	19	191	38
35	200	22	222	44
40	229	25	254	51
45	256	28	284	57
50	286	32	318	63

*) Achsbelastung angenommen mit 7000 kg. Anhängewagen sind hierbei nicht berücksichtigt, da angenommen wird, daß diese besonders abgebremst werden.

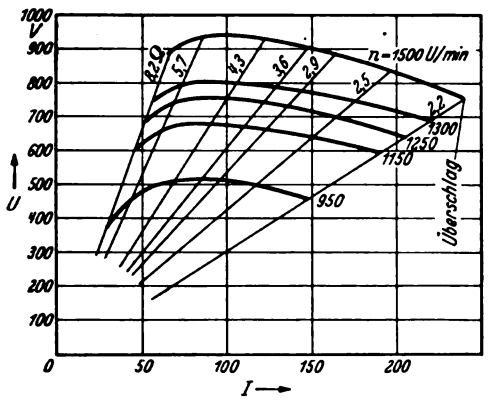
Höchstleistung betragen mag. Die auf diese Art in Zahlentafel 1 zusammengestellten Werte kommen den bei den Straßenbahnen tatsächlich vorhandenen Motorgrößen ziemlich nahe. Man erkennt aber auch aus der Tafel, daß es ein unsinniges Verlangen wäre, zu erwarten, daß Motoren, die für eine niedrigere Geschwindigkeit gebaut sind, nun auf einmal die Beanspruchung einer bedeutend gesteigerten Umdrehungszahl aushalten sollen, daß sie vertragen sollen, aus einer viel zu großen Geschwindigkeit heraus abgebremst zu werden. Bei zu schwachen Motoren wird also nicht allein die Spannung, sondern auch die

[2]) Elektr. Bahnen 1 (1925) S. 227.

Digitized by Google

Stromstärke das zulässige Maß überschreiten, und daher müssen Überschläge auftreten, die die Bremsung kurzfristig überhaupt verhindern.

Wenn man bedenkt, daß mit Motoren, die an sich schon zu schwach waren, noch Bremsversuche bei plötzlicher, vollständiger Abschaltung des äußeren Widerstandes gemacht wurden, dann wird man begreifen, daß man bei diesen „Prüfungen" zu erschreckenden Ergebnissen kam und niemals brauchbare Werte erzielen konnte. Viel besser und übersichtlicher dagegen ist die Darstellung nach Abb. 4. Der bei höchster Umdrehungszahl mit Überschlag bezeichnete Punkt, hinter dem die aufgenommenen Werte so stark streuten, daß sie nicht eingezeichnet werden konnten, ist der Gefahrenpunkt. Bei niedriger Drehzahl steigt bei abnehmendem äußerem Widerstand die überschlagsichere Stromstärke noch beträchtlich an, doch tritt bald ein starkes Bürstenfeuer auf. Durch Verschmutzen des Stromwenders ist also auch hier die Grenze bald erreicht. Bei diesen Versuchen bemerkte man, trotz Fortdauer der Kraftzufuhr durch den anderen Anker, daß die Anker stehen bleiben, eine Erscheinung, die man im Betrieb gleichfalls sehr häufig beobachtet hat. Ein Rückwärtsbewegen des Ankers, welches man an anderer Stelle gesehen haben will, wurde dagegen nicht beobachtet.



Die Aufnahme der Kurven erfolgte an Hand von Bremsversuchen ohne gekuppelte Masse. Strom und Spannung wurde an Zeigerinstrumenten abgelesen. Gemessene Spannung: Anker + Hilfsfeld.

Hauptstrommotor selbsterregt.
Stundenleistung: 46 kW. Stundenstrom: 95 A.
U = 550 V, n = 815 U/min.
Widerstand: Anker 0,156 Ω, Hauptfeld 0,104 Ω, Hilfsfeld 0,08 Ω.
Übersetzung: 1 : 5,2.

Bei n = 950 v = 27 km/h Bei n = 1300 v = 37 km/h
„ n = 1150 v = 32,6 „ „ n = 1500 v = 42,7 „
„ n = 1250 v = 35,6 „

Abb. 4. Strom und Spannung bei verschiedenen Drehzahlen.

Bei Überschlägen spielen natürlich die besonderen Eigentümlichkeiten des Motors, wie Stegspannung, Stegzahl, Bürstenbelastung, Bürstenentfernung, Umfanggeschwindigkeit des Stromwenders, also auch dessen Durchmesser, Abstände vom Gehäuse und wahrscheinlich auch Luftwirbelung und Blaswirkung eine wesentliche Rolle, und auch äußere Einflüsse, wie z. B. Stromwenderverschmutzung und anscheinend auch die Luftfeuchtigkeit, dürfen nicht vernachlässigt werden.

Im Interesse der Verkehrssicherheit bei den heutigen Geschwindigkeiten, da volle Ausnutzungsmöglichkeit des Gleitwiderstandes zwischen Rad und Schiene für die Verzögerung unbedingt geboten ist, ergibt sich aus dieser mechanischen Forderung und der elektrisch bedingten Höchstbremsleistung für jeden Motor eine Höchstgeschwindigkeit, aus der heraus das Fahrzeug, noch sicher abgebremst werden kann. Die Nachrechnung der Tafel 1 zeigt indessen, daß bei neuzeitlichen starken Motoren die Gefahr einer Überlastung beim Bremsen gering ist.

Zu Vorstehendem kommt aber noch eine weitere Unsicherheit, die von der Person des Fahrers abhängt, die Schaltgeschwindigkeit. Aber auch hier wird bei guter Schulung infolge jahrelanger Übung der Fahrer im Gefahrenfalle rein gefühlsmäßig immer nahe an den Höchstwert des Gleitwiderstandes herangehen. Aber, gesetzt den Fall, daß dies nicht so wäre, so muß der vorsichtige Betriebsleiter unbedingt mit dieser Möglichkeit rechnen und sein Fahrzeug so aufbauen, daß es diese Beanspruchung aushält. Den Fahrer selbst wird man zweckmäßig so unterrichten, daß ihm in der Gebrauchsbremsstellung immer noch etwa zwei Rasten zum Weiterschalten für die Gefahrenbremsung bleiben. Ein Weiterschalten auf die richtige Raste erfolgt dann rein gefühlsmäßig.

Da auch nach vorstehenden Überlegungen ein Bremsen mit zu kleinem äußerem Widerstand falsch ist, verliert die Frage des unterschiedlichen Arbeitens der Motoren etwas an Bedeutung, doch darf sie auch im Hinblick auf die durch das Bremsmoment hervorgerufene ungleichmäßige Achsbelastung auf keinen Fall außer Betracht bleiben. Im Rahmen dieser Ausführungen würde aber ein näheres Eingehen, das auch die Schaltungen einschließlich Vielstufenfahrschalter und den Wagenbau berühren müßte, zu weit führen. Im übrigen betreffen diese Erscheinungen, die außerdem durch die Güte der Motorherstellung beeinflußt werden, nicht nur das Bremsen, sondern auch das Fahren. In den in Arbeit befindlichen neuen R.E.B. ist deshalb bereits eine bessere Annäherung der Kennlinien zweier Motoren derselben Art vorgesehen. Immerhin wird man im Interesse der besseren Beherrschung der Vorgänge bei höheren Geschwindigkeiten, später zur Ausbildung von Einzelbremsstromkreisen übergehen müssen.

Die höchsten bei der Bremsung auftretenden Spannungen und Stromstärken sind also lediglich durch die Geschwindigkeit und den elektrischen und mechanischen Aufbau des Motors bedingt. Sie sind aber unabhängig von der Wucht, sofern diese zum Aufbau des Feldes ausreicht[3]).

Will man also jetzt die Brauchbarkeit oder Leistungsfähigkeit eines Motors beim Bremsen untersuchen, dann wird man nicht mehr Bremsversuche auf der Straße vornehmen, sondern entweder die Belastungskurven, Strom und Spannung bei verschiedener Umdrehungszahl unmittelbar aufnehmen oder wie bei jeder anderen Motoruntersuchung zunächst die Kennlinien für Erregung und Spannung für verschiedene Umdrehungszahlen aufstellen. Unter Berücksichtigung von ohmschem Abfall und Ankerrückwirkung ermittelt man aus den Kennlinien die zugehörigen Werte von Strom und Spannung und für zulässiges Bürstenfeuer den kleinstmöglichen Bremswiderstand. Die Bestätigung für die Richtigkeit dieses Ergebnisses mag man sich dann durch einen ganz einfachen Fahrversuch verschaffen.

2. Die Prüfvorschrift.

Bei der Aufstellung von allgemeingültigen Prüfvorschriften geht man davon aus, eine kostspielige und zeitraubende Prüfung zu vermeiden, da diese die Motoren zwangsläufig unnötig verteuern würde. Sowohl der Abnehmer, als auch der Hersteller haben demnach beide Interesse an einer möglichst einfachen, eindeutigen und rasch durchzuführenden VDE-Vorschrift, von der aber verlangt werden muß, daß sie ein gewisses Mindestmaß der Güte und Gleichförmigkeit in der Herstellung beweist.

Weiter müssen die R.E.B. so aufeinander abgestimmt sein, daß die Teilvorschriften untereinander abgestimmt

[3]) Durch Nachrechnen läßt sich feststellen, daß die Wucht eines halben Motorwagens gleich 10 Einheiten gesetzt, in den Ankern grob gerechnet etwa 1 bis 2 Einheiten an Wucht zur Verfügung steht.

Digitized by Google

sind. Man darf also die Bremsvorschriften nicht so stark überziehen, daß an Stelle der Hauptvorschrift der Stundenprobe nun die Sondervorschrift, die Bremsprobe für die Bemessung der ganzen Maschine vorzugsweise maßgebend wird.

Stunden- und Bremsleistung müssen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen. In der Zahlentafel 1 ist dieses mit 1 : 5 angenommen. Die Zahl 5 ist selbstverständlich nur eine Durchschnittszahl. Bei besonderen Verhältnissen, also z. B. bei hoher Geschwindigkeit und gleichzeitig geringer Beschleunigung vielleicht also dort, wo in ebenem Gelände große Haltestellenentfernungen vorliegen, wäre es denkbar, daß für die Berechnung eine größere Verhältniszahl also 6 oder 7 gewählt werden müßte, während man z. B. bei Bergbahnen mit einem geringeren Wert auskommen könnte.

In der Frage der geeigneten Prüfschaltung hat Töfflinger bereits wertvolle Vorarbeit geleistet[4]). Seinem Vorschlag folgend hat der Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung auf Grund der weiter unten erörterten Versuchsergebnisse im Neuentwurf der R.E.B. folgende Bremsprüfung vorgesehen:

„Zwei gleiche Motoren A und B werden miteinander gekuppelt, wobei A als Hauptstrommotor vom Netz gespeist und B als Hauptstromgenerator geschaltet ist. Der Maschinensatz wird im Leerlauf auf die Drehzahl n_v gebracht. Dann wird der Generator B mit einem Schalter auf einen Widerstand geschaltet, der etwa

$$R = 0{,}7\,\frac{U}{I}\,\frac{n_b}{2\,n_{st}}$$

beträgt. Hierbei bedeutet U Nennspannung, I Stundenstrom, n_b höchste Betriebsdrehzahl, n_{st} Stundendrehzahl. Der Widerstand ist jedoch so zu wählen, daß im allgemeinen das Produkt aus den beim Versuch auftretenden höchsten Spitzenwerten von Strom und Spannung den Betrag von (5 bis 6) $U\,I$ nicht überschreitet, wobei Spannungsspitzen in der Höhe von etwa $2\,U$ und Stromspitzen in der Höhe von etwa $3\,I$ zu erwarten sind.

Zur Feststellung der Spitzenwerte von Strom und Spannung genügen Meßgeräte mit vorgespanntem Zeiger.

Bei der Bremsprüfung sind folgende Drehzahlen n_v einzustellen:

a) für Motoren bei Fahrzeugen, deren höchste Betriebsdrehzahl bekannt ist, $n_v = 1{,}1\,n_b$.

b) für Motoren bei Fahrzeugen, deren höchste Betriebsdrehzahl nicht bekannt ist: $n_v = 2{,}2\,n_{st}$.

Hierbei ist angenommen, daß die Drehzahl bis zum Erreichen der höchsten Spannungsspitze um nicht mehr als 10 % absinkt.

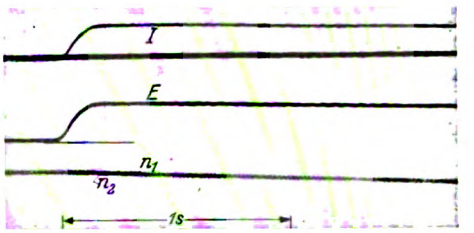
Der Versuch soll innerhalb von 5 min ein zweites Mal ausgeführt werden. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine Überschläge und keine bleibenden Beschädigungen des Kommutators und des Bürstenapparates auftreten."

In dieser Prüfvorschrift gelangte man zu der Zahl 0,7 auf Grund der Überlegung, daß bei der Ausgangsdrehzahl n_v in der Praxis bei neueren Motoren etwa das Doppelte der Nennspannung auftritt und das Dreifache des Nennstromes, so daß $R = \frac{2\,U}{3\,I}$ wird. Der Wert ⅔ wurde auf 0,7 abgerundet. Der weitere Faktor $\frac{n_b}{2\,n_{st}}$ dient dazu, Sonderfälle zu berücksichtigen, bei denen die höchste Betriebsdrehzahl wesentlich über der doppelten Stundendrehzahl liegt. R wird in diesem Falle entsprechend größer gewählt.

[4]) ETZ 56 (1935) S. 1326.

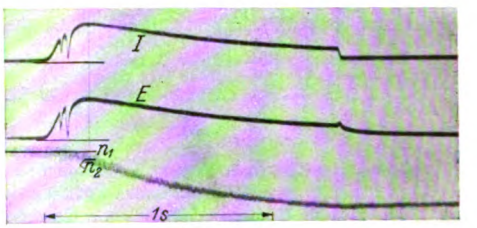
3. Bremsversuche.

Die nachfolgend beschriebenen Versuche sollten klären, ob in dieser Weise eine ausreichende Beanspruchung, die den praktischen Verhältnissen bei scharfem Bremsen entspricht, elektrisch und mechanisch auftritt. Dabei sind noch folgende Überlegungen anzustellen:



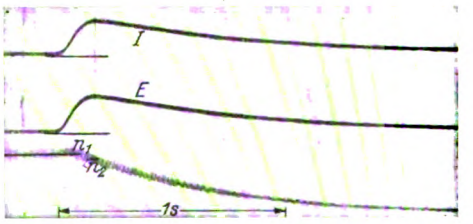
$E = 1350$ V $\quad n_1 = 1560$ U/min
$I = 314$ A $\quad n_2 = 1500$ „

Abb. 5. Bremsversuch mit Schwungmasse.



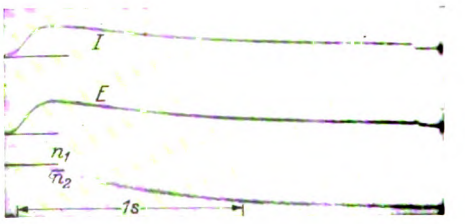
$E = 1400$ V $\quad n_1 = 1950$ U/min
$I = 363$ A $\quad n_2 = 1775$ „

Abb. 6. Strom, Spannung und Drehzahl bei einem Bremsversuch ohne Schwungmasse.



$E = 1270$ V $\quad n_1 = 1750$ U/min
$I = 343$ A $\quad n_2 = 1600$ „

Abb. 7. Bremsversuch ohne Schwungmasse.



$E = 1090$ V $\quad n_1 = 1560$ U/min
$I = 286$ A $\quad n_2 = 1375$ „

Abb. 8. Bremsversuch ohne Schwungmasse.

Zunächst können wir, da die Nachrechnung zeigt, daß der zweite Anker im allgemeinen mehr Wucht speichert als der sonst vorhandene Radsatz, mit seiner Schaltung den Durchreißversuch bei stark schlüpfrigen Schienen naturgetreu nachahmen, dagegen fehlt bei schlupflos abrollenden Rädern die Wucht des Fahrzeuges vollständig. Wegen des gleichzeitigen Absinkens der Umdrehungszahl

Digitized by Google

wird also die im Betriebe zu erwartende Spitze selbst unter Berücksichtigung der weiteren Kraftzufuhr durch den Antriebsmotor nicht vollständig erreicht.

Wollte man die Wucht des Fahrzeuges berücksichtigen, so könnte man nach einem Vorschlag von Stier[5]) einen besonders geschalteten Prüffeldgenerator verwenden. Leichter und sofort durchführbar ist dagegen eine Erhöhung der Umdrehungszahl, wobei man gleichzeitig, wie Töfflinger hervorhob, den Vorteil hat, daß alle Arten der Motorprüfung in demselben mechanischen Aufbau durchgeführt werden können. Die zusätzliche Bremsprüfung wird also sehr billig.

Die Oszillogramme (Abb. 5, 6, 7, 8) dienen der Klärung der Frage, welche Drehzahlerhöhung den bei scharfer Betriebsbremsung auftretenden Verhältnissen entspricht, wenn der Bremsversuch ohne Schwungmasse durchgeführt wird. Ein zunächst mit Schwungmasse vorgenommener Bremsversuch (Abb. 5), wo die Schwungmasse etwa der auf eine Wagenachse entfallenden Wucht des Fahrzeugs entsprach, zeigt im Vergleich zu den drei anderen Oszillogrammen (Abb. 6, 7, 8), bei denen keine Schwungmasse verwendet wurde, daß Drehzahl, Spannung und Strom während der Versuchszeit nahezu konstant bleiben. Vor allem aber zeigt der Vergleich der Oszillogramme, daß die erreichten Strom- und Spannungsspitzen mit oder ohne Schwungmasse etwa gleich groß sind, und daß es auch ohne Schwungmasse (Abb. 6) möglich ist, Überschläge am Stromwender während des Anstiegs von Strom und Spannung zu erhalten. Abb. 6 zeigt deutlich, daß beim Versuch ohne Schwungmasse ein Absinken der Drehzahl bis zum gleichzeitigen Erreichen der Strom- und Spannungsspitze um rund 10 % aufgetreten ist. Aus diesem Grunde wird in der Vorschrift für den Bremsversuch im Prüffeld die Ausgangsdrehzahl um 10 % höher als die größte Betriebsdrehzahl gewählt. Doch sollte diese Zahl nicht als endgültig angesehen werden, sondern, um der Entwicklung zu folgen, wird empfohlen, bei Abnahmeversuchen eine Zeitlang Kontroll-Oszillogramme aufzunehmen.

Wenn es schon nicht leicht war, Vorschriften über die Vornahme einer Bremsprobe zu entwickeln, so ist die Vorschrift, wie das Urteil über das Bestehen der Bremsprobe gebildet werden soll, noch viel schwerer festzulegen, denn der sonstige bei elektrischen Maschinen übliche Maßstab, der funkenfreie Lauf, läßt sich mit den großen, wenn auch kurzfristigen aber leider unvermeidbaren Überlastungen der Motoren hier nicht anwenden. Da die Beobachtung der Funkenbildung subjektiv ist, hat man sich auf den obengenannten Wortlaut geeinigt.

Schließlich aber darf ein gewisser Grad der Funkenbildung nicht überschritten werden; es sollten deshalb Beanspruchungen, bei denen eine zusammenhängende Funkenfläche auftritt, vermieden werden.

Es käme also vielleicht später noch eine weitere Vorschrift hinzu:

> „Motoren, bei denen bei der Bremsprobe eine zusammenhängende Funkenfläche auftritt, haben die Bremsprobe nicht bestanden, dagegen sind perlende Funken unbedenklich. Soweit bei Erfüllung der übrigen Bedingungen nur diese auftreten, hat der Motor die Probe mit Erfolg bestanden."

Heute liegen indessen noch keine Erfahrungen vor, die für die Aufnahme dieser Prüfvorschriften ausreichen. Deshalb ist zu empfehlen, künftig Beobachtungen über die Funkenbildung in der Praxis oder am Prüffeld in jedem Einzelfall schriftlich niederzulegen und sie dem R.E.B.-Ausschuß für die Weiterbearbeitung zur Verfügung zu stellen.

Zusammenfassung.

Versuche bewiesen, daß eine geringe Erhöhung der Umdrehungszahl zweier gekuppelter Anker ausreicht, um im Prüffeld Belastungsmomente zu erzeugen, ähnlich denen, wie sie bei der normalen Betriebsbremse auftreten. Damit ist die Zweckmäßigkeit einer Prüfvorschrift nach dem Vorschlage von Töfflinger bewiesen.

[5]) ETZ 56 (1935) S. 1327, Abb. 3.

Luigi Galvani.

Zur Erinnerung an die 200. Wiederkehr seines Geburtstages.

Von **Hans Schimank**, Hamburg.

537 (09)

Am 9. September 1737 wurde Luigi Aloisius Galvani in Bologna geboren, wo er bereits mit 25 Jahren an der Universität zum Professor der Anatomie ernannt wurde. Zunächst veröffentlichte er eine Reihe von Untersuchungen, die für die vergleichende Anatomie von Bedeutung waren, ward aber dann mit einem Schlage berühmt, als er 1791 seinen „de viribus electricitatis in motu musculari commentarius" erscheinen ließ.

Den Ausgangspunkt der Untersuchungen, die mehr als ein Jahrzehnt vor den Zeitpunkt ihrer Bekanntgabe zurückreichen, bildete eine zufällige Wahrnehmung im September 1780. Galvani hatte einen Frosch seziert und das präparierte Schenkelpaar auf einen Tisch gelegt, worauf auch eine Elektrisiermaschine stand. Als einer seiner Mitarbeiter nun mit der Spitze des Messers die inneren Schenkelnerven des Frosches berührte, erfolgten krampfartige Muskelzusammenziehungen, und zwar — wie ein zweiter Gehilfe beobachtete — nur dann, wenn der auf dem Tisch stehenden Elektrisiermaschine ein Funke entlockt wurde. Er machte Galvani auf die sonderbare Erscheinung aufmerksam, und dieser wandte sich nun ihrer genaueren Untersuchung zu. Dabei wurde festgestellt, daß zur Erregung der Zuckungen die Berührung der Nerven mit einem metallischen Leiter erforderlich war, und daß der Versuch unter den grundsätzlich gleichen Bedingungen sowohl am toten und am lebenden Frosch wie auch an Nerven und Muskeln warmblütiger Tiere gelingt. Diese Untersuchung der Einwirkung „von Kräften der durch Kunst erregten Elektrizität auf die Bewegung der Muskeln" bildet den ersten Teil der Galvanischen Schrift und gibt die Ergebnisse von Versuchen wieder, die im Laufe der Jahre 1780 bis 1783 angestellt wurden.

„Von den Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität auf die Muskelbewegung", wie der zweite, sehr kurze Teil der Abhandlung überschrieben ist, überzeugte sich Galvani durch eine Versuchsreihe von April bis August 1786. Kurz gesagt, wurde ein präparierter Froschschenkel so zwischen eine Antenne und eine in einen Brunnen ge-

Digitized by Google

führte Erdleitung geschaltet, daß die Nervenendigung mit dem Luftleiter und die Füße mit der Erdung verbunden waren. — „So oft nun Blitze hervorbrachen, . . . gerieten in den nämlichen Augenblicken die Muskeln in heftige . . . Zusammenziehungen, und zwar . . . nicht nur auf die Blitze allein, sondern sie entstanden (auch) bei stürmischem Himmel oder wenn Wolken nahe an dem aufgerichteten Konduktor vorüberzogen." Bei bloßem Wetterleuchten waren keine entsprechenden Wirkungen wahrnehmbar.

Überblickt man das Ergebnis dieser ersten Arbeiten Galvanis, so findet man, daß darin eigentlich nur die schon lange bekannte Erscheinung der Muskelzusammenziehung bei elektrischen Entladungen tieferdringend untersucht und daß im geeignet zubereiteten Froschschenkel ein Hilfsmittel gefunden wird, das für den Nachweis elektrischer Wirkungen alle damals bekannten Elektroskope an Empfindlichkeit weit übertraf.

Zu seiner entscheidenden Entdeckung wurde Galvani erst geführt, als er nach fast sechsjähriger Durchführung seiner elektrophysiologischen Forschungen das Froschschenkel-Elektroskop auf die Prüfung des elektrischen Zustands der Atmosphäre bei schönem Wetter anzuwenden suchte. Im Gegensatz zu den üblichen Darstellungen und in Übereinstimmung mit den Eintragungen in Galvanis Beobachtungstagebuch ist in der ersten deutschen Übersetzung zutreffend von einem eisernen und nicht von einem Messinghaken die Rede, wenn es bei der Beschreibung des ersten, für alle weiteren richtungweisenden Versuche heißt, daß Galvani „manchmal auf dem eisernen Geländer des Gärtchens . . . die Frösche, welche, zu den Versuchen zubereitet, mit eisernen Häkchen durch das Rückenmark gestochen waren, . . . in die gewöhnlichen Zusammenziehungen geraten sah, und zwar nicht nur, wenn es blitzte". Als sich dann aber in mehrtägigen Beobachtungen fast keine merklichen Bewegungen mehr zeigen wollten, „bog und drückte (Galvani) die metallenen Haken, womit das Rückenmark durchstochen war, an das eiserne Geländer". Gelegentlich waren hierbei Zuckungen wahrnehmbar, die zwar in keinem eindeutigen Zusammenhang mit dem jeweiligen elektrischen Zustande der Atmosphäre standen, sich aber nach Galvanis Meinung trotzdem als eine Folgewirkung der atmosphärischen Elektrizität deuten ließen. Als schließlich im Zimmer ein Frosch auf eine eiserne Platte gelegt und der in das Rückenmark des Tieres gebohrte Haken mit ihr in Berührung gebracht wurde, zeigten sich die Muskelzusammenziehungen gleichfalls, und dies geschah auch bei Verwendung anderer Metalle, nur „daß die Zusammenziehungen nach der Verschiedenheit der Metalle auch verschieden waren, mit einigen nämlich heftiger, mit anderen schwächer". Bei Verwendung sehr schlechter Leiter der Elektrizität und bei Nichtleitern blieb dieser Erfolg aus, zeigte sich dagegen sehr kräftig, als Galvani den Haken, der durch das Rückenmark führte, mit der einen Hand hielt, während er mit der anderen eine silberne Schale berührte, auf welcher gleichzeitig die Füße der Froschschenkel leicht aufruhten. In Verfolg dieser Untersuchungen zeigte sich, daß die Zuckungen regelmäßig auftraten, sobald „eine elektrische Kette" gebildet wurde. Nun tat Galvani versuchsmäßig einen höchst bedeutsamen Schritt. Er legte den präparierten Frosch auf eine Platte aus Isolierstoff und verband die Nervenenden mit den Schenkelmuskeln oder den Füßen durch einen metallisch leitenden Bogen. Die Muskelzusammenziehungen erfolgten nunmehr bei jedesmaliger Berührung. „Der Bogen bestand (bei diesen Versuchen) aus Eisendraht, der Haken aber aus Kupfer."

Die weiteren Untersuchungen lieferten dann das eindeutige und bemerkenswerte Ergebnis, daß „verschiedene und mannigfaltige zusammen vereinigte metallische Substanzen sehr viel sowohl bei der Hervorbringung der Muskelbewegung als bei der Vermehrung derselben vermögen, und zwar ungleich mehr als eine (und) eben dieselbe metallische Substanz für sich allein. So z. B. wenn der ganze Bogen, der Haken und die leitende Scheibe allein von Eisen sind, geschieht es äußerst oft, daß die Bewegungen entweder gänzlich aufhören oder äußerst schwach werden. Wenn aber nur ein Stück derselben von Eisen, ein anderes aber von Kupfer oder gar Silber ist — Silber scheint uns vor allen anderen Metallen zur Leitung der tierischen Elektrizität am geschicktesten zu sein —, so geschehen die Zusammenziehungen allsogleich, stärker und von längerer Dauer. Das nämliche geschieht auch, wenn die Oberfläche einer und derselben Scheibe an zwei voneinander getrennten Orten mit Metallblättchen, jedoch von verschiedenem Metalle, z. B. an einem Orte mit Stanniol, an dem anderen aber mit Kupferblättchen überzogen wird."

Damit sind, wie man sieht, die wichtigsten Tatsachen festgelegt. Zusammenfassend wäre zu sagen, daß Galvani die Erscheinungen sowohl nach der elektrophysiologischen wie nach der physikalischen Seite hin zu erfassen und zu klären suchte. Er stellte dabei unter anderem auch Beobachtungen über die verschieden gute Leitfähigkeit der Metalle an und fand, daß Gold und Silber bessere Leiter sind als Blei und Eisen. Sogar die Leitfähigkeit flüssiger Leiter bezog er in den Kreis seiner Untersuchungen ein. Mit allen Mitteln bestrebte er sich, solchergestalt nachzuweisen, daß die von ihm angenommene, sogenannte tierische Elektrizität (ein Ausdruck, der nach Galvanis Angabe von Bartoloni stammt) wesensgleich mit der Reibungselektrizität ist. Er war auch zugleich bemüht, über Sitz und Art dieser elektrischen Ladungen Klarheit zu gewinnen. Wir wissen heute, daß er in bedingtem Maße recht hatte, wenn er Voltas Zurückführung aller dieser Erscheinungen auf die Berührung metallischer und nichtmetallischer Leiter nicht beistimmte.

Ohne jeden Zweifel kann Galvanis Abhandlung „Über die Kräfte der Elektrizität bei der Muskelbewegung" als Vorbild einer sorgsam durchgeführten Experimentaluntersuchung dienen, ein überzeugender Beweis für den kritischen Geist der Forschung, der in Galvani lebte. Wenn wir an dem Mann die Charakterstärke bewundern, die ihn der neuen Cisalpinischen Republik den Eid verweigern und damit aller seiner Ämter verlustig gehen ließ, so bewundern wir an dem Forscher die Fähigkeit, eine neue Erscheinung, die der Zufall ihm darbietet, in ihrer Besonderheit und Bedeutsamkeit instinktiv sogleich zu erfassen, sie in geduldiger Kleinarbeit aus ihren unwesentlichen Begleitumständen herauszulösen und danach ihre wesentlichen Züge klarzustellen. Dadurch, daß Galvani diese Gabe in hervorragendem Maße besaß, konnte er den Hauptteil aller derjenigen Tatsachen sicherstellen, die Volta seit 1794 unter anderen Gesichtspunkten und als Physiker nach der rein physikalischen Seite hin zur Grundlage seiner Lehre von der Kontaktelektrizität machte. Erst eine viel spätere Zeit vermochte den elektrophysiologischen Leistungen Galvanis voll gerecht zu werden, der am 4. Dezember 1798 starb, noch ehe die schon bewilligte Wiedereinsetzung in seine Ämter stattfinden konnte. Galvani, so darf man ohne Übertreibung sagen, ist mehr als der zufällige Entdecker einer neuen Gruppe von Erscheinungen, mehr als der Anreger der mannigfachen Forschungen eines Volta, Pfaff, Humboldt und Ritter. Seine Theorienbildungen waren zeitbedingt und versanken ebenso wie die Theorien Voltas im Flusse der Entwicklung. Die grundlegenden Tatsachen, die Galvani zutage förderte, gelten heute wie einst und sind das schönste Denkmal seines Geistes.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 564 Schaltanlage zum Laden mehrerer Sammler. — Um beim Laden mehrerer Sammler, besonders jedoch beim Nachladen mit verringerter Stromstärke nach eingetretenem Gasen, die Ladestromquelle ständig voll auszunutzen, ist die in Abb. 1 zum Laden von drei Sammlern dargestellte Schaltanlage entwickelt worden[1]). Bei Inbetriebnahme der Ladevorrichtung werden die aufzuladenden Batterien gemeinsam vermittels des Unterstromschalters S, der nach beendeter Ladung selbsttätig auslöst, an die Stromquelle geschaltet. Zunächst erhält der Sammler B_1 den vollen Ladestrom. Nach Beginn des Gasens betätigt der zugehörige Ladeschalter L_1 das Relais R_1, wodurch der Vorschaltwiderstand der eigenen Batterie vergrößert, der einer oder mehrerer nachgeordneter Batterien verringert wird. Nach beendeter Nachladezeit schaltet der Ladeschalter seine Batterie ab und verringert durch das Relais R_1' den Vorschaltwiderstand der Batterie B_2 noch weiter, so daß dieselbe nun den vollen Ladestrom erhält. An den weiteren Batterien können sich dann die entsprechenden Vorgänge in Abhängigkeit der zugehörigen Ladeschalter abspielen. Durch geeignete Bemessung der Widerstände lassen sich die Ladestromstärken für die einzelnen Batterien in beliebig geeigneter Weise regeln. *F.*

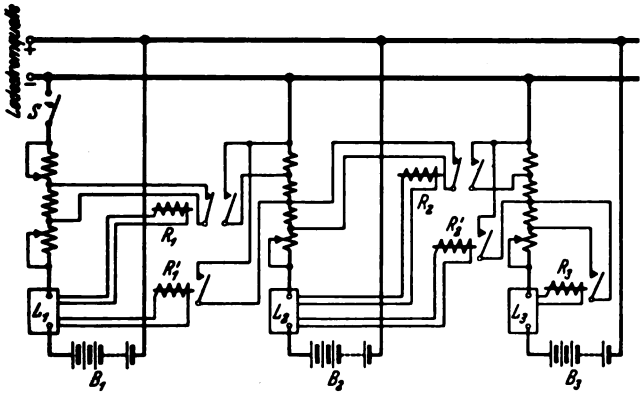


Abb. 1. Akkumulatoren-Ladeeinrichtung.

621. 314. 652. 018. 3 Spannungsoberwellen beim Steuerumrichter und ihre Glättung. — Umrichter werden an Stelle umlaufender Maschinen zur Kupplung von Wechselstromnetzen verschiedener Frequenzen verwendet. In Deutschland kommen Umrichter für den Betrieb der elektrischen Bahnen in Betracht, um die $16\frac{2}{3}$ Hz-Bahnnetze von den 50 Hz-Landesnetzen speisen zu können. Jungmichl und Schiele behandeln einen Steuerumrichter aus zwei gegengeschalteten Stromrichtergefäßen mit einem zwölfphasigen Eingangstransformator und einem $16\frac{2}{3}$ Hz-Transformator auf der Ausgangsseite. Die Steuerspannung, die auf die Gitter der Gefäße wirkt, setzt sich aus den beiden überlagerten Spannungen von 50 und $16\frac{2}{3}$ Hz zusammen. Die im Hauptkreis abgegebene Einphasenspannung des Umrichters hat dieselbe Phase wie die $16\frac{2}{3}$ Hz-Steuerspannung; in ihrer Größe ist sie vom Verhältnis der $16\frac{2}{3}$- zur 50 Hz-Steuerspannung abhängig. Durch die einzelnen Zündungen der Anoden werden der Einphasenspannung Oberwellen überlagert, deren Frequenzen von den Zündwinkelabständen bestimmt werden. Die Zündung jeder Anode erfolgt, wenn die Steuerspannung beim Wechsel ins Positive durch Null hindurchgeht.. Bei Zwölfphasenbetrieb treten Oberwellen mit einer Frequenz zwischen 400 und 800 Hz auf. Bei voller Aussteuerung nähern sich die Frequenzen diesen beiden Grenzwerten; bei der Spannung Null haben die Oberwellen die mittlere Frequenz 600 Hz. Die Größe dieser Oberwellen läßt sich näherungsweise aus der bei Gleichrichterbetrieb auftretenden bestimmen.

Die Phasenverschiebung des $16\frac{2}{3}$ Hz-Belastungsstromes bedingt den Zeitpunkt, in welchem jedes der beiden Gefäße einsetzt. Da die negative Halbwelle im Einphasenkreis gegenüber der positiven um 180° verschoben ist, ist auch die Frequenzfolge der Oberwellen der Spannungskurven beider Gefäße um eine halbe Welle gegeneinander verschoben. Daher treten bei Phasennacheilung des Stromes um 90° ($\cos\varphi = 0$, induktiv) nur die Oberwellen der niederen Frequenz von 400 bis 600 Hz auf; bei Phasenvoreilung des Stromes um 90° ($\cos\varphi = 0$, kapazitiv) treten die höheren Oberwellen von 600 bis 800 Hz auf. Bei jedem anderen Leistungsfaktor ergeben sich Fälle, die dazwischen liegen.

Nachdem die Größe und die Frequenz der Oberwellen ermittelt sind, wird eine Glättungseinrichtung untersucht, welche das gesamte Wellenband möglichst gleichmäßig glättet. Sie besteht aus einer Induktivität in der Ausgangsleitung des Umrichters und zwei parallel zum Einphasennetz liegenden Schwingungskreisen. Bei der Glättungsinduktivität erzeugt der Belastungsstrom im Gegensatz zum Verhalten in Gleichrichteranlagen auch für die $16\frac{2}{3}$ Hz-Grundwelle einen Spannungsabfall. Deshalb kann beim Umrichter dieser Blindwiderstand nicht beliebig groß gemacht werden. Die beiden Schwingungskreise können nur auf zwei bestimmte Resonanzfrequenzen abgestimmt werden. Es wird untersucht, auf welche Art eine möglichst gleichbleibende Glättung auf dem ganzen Wellenband von 400 bis 800 Hz erzielt werden kann. Hierzu muß die vektorielle Summe der Oberwellenströme in den beiden Siebkreisen bei Frequenzänderung gleich groß gehalten werden. Der Leitwert der beiden parallel geschalteten Siebkreise ergibt für veränderliche Frequenz eine bizirkulare Quartik. Der gleichmäßigste Glättungsgrad wird erhalten, wenn der singuläre Punkt der Kurve zu einer Spitze wird. Hierzu müssen die ohmschen Widerstände der beiden Siebkreise in einem bestimmten Verhältnis zu ihren Induktivitäten und Kapazitäten stehen. [H. Jungmichl u. O. Schiele, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 16 (1937) H. 1, S. 25; 13 S., 14 Abb.] *O. Sch.*

Meßgeräte.

621. 317. 785. 016. 1 Verfahren zur Messung der störenden Drehmomente bei Elektrizitätszählern. — Bruckman und Reynst beschreiben eine Anordnung zur Messung der störenden Momente, wie Reibung, Spannungs- und Stromdämpfung, bei Elektrizitätszählern in Abhängigkeit von der Drehzahl und beim Anlauf. Der Zähler wird ohne Bremsmagnet in einem Gestell befestigt, das an einem Torsionsdraht hängt derart, daß die Achse des Zählers mit der des Drahtes zusammenfällt. Mit zwei Stellschrauben und zwei Ausgleichgewichten kann die richtige Lage eingestellt werden. Die Zuleitungen werden über Quecksilbernäpfe geführt. Der Torsionsdraht trägt unten einen Lichtzeigerspiegel und am oberen Ende einen verdrehbaren Zeiger, der über einer Skala spielt. Der Läufer wird durch einen auf die Scheibe gelenkten Luftstrahl in Drehung versetzt. Durch die Reibung bzw. die Feldrückwirkung bei erregten Spulen wird der aufgehängte Zähler mitgenommen. Verdreht man nun den Zeiger, bis das Gestell wieder in die Nullage zurückkommt, so ist der Verdrehungswinkel proportional dem zu messenden Drehmoment bei der betreffenden Drehzahl. Für die Messung der Reibungsmomente in der Größe von 10 bis 30 cm/mg hat sich ein Stahldraht von 0,2 mm Dmr. und 60 cm Länge als günstig erwiesen. Die Eichung besteht in der Bestimmung des Torsionsmomentes des Drahtes, die durch Rechnung oder Versuch in bekannter Weise erfolgen kann. ($M = \frac{G J}{l}\,\alpha$, G Torsionsmodul, J pol. Trägheitsmoment, l Länge, α Drehwinkel. Versuch: Am Ende des Drahtes wird ein Gewicht befestigt und die Torsionsschwingungszeit T_1 gemessen, sodann ein Zusatzgewicht mit bekanntem Trägheitsmoment J angebracht und T_2 gemessen. $M = \frac{4 \cdot \pi^2 J}{T_2^2 - T_1^2}\,\alpha$.) Versuchsergebnisse: Die Reibung bei Anlauf ist nicht konstant und läßt sich nicht durch Extrapolation von Meßwerten bei verschiedenen

[1]) DRP. 621 073.

Digitized by Google

Drehzahlen ermitteln. Die Messung läßt einen Schluß auf die Güte des Lagers zu; schlechte Zapfen ergeben stark streuende Werte. Beim Vergleich verschiedener Zähler treten Unterschiede deutlich zutage. Aus den aufgenommenen Kurven für die Momente der Reibung, Spannungs- und Stromdämpfung kann auf die Lastkurve des Zählers geschlossen werden. [Bruckman u. Reynst, Rev. gén. Électr. 41 (1937) S. 323; 4½ S., 5 Abb.] *Be.*

621. 317. 728. 089. 6 **Eichung einer 50 cm-Kugelfunkenstrecke bei Betriebsfrequenz.** — An einer möglichst frei im Versuchsraum waagerecht und symmetrisch, also nicht einpolig geerdeten Kugelfunkenstrecke von 50 cm Dmr. führten C. S. Sprague und G. Gold Versuche bis 850 kV (Scheitelwert) durch, um den Einfluß ultravioletter Bestrahlung bis zu Schlagweiten von $s/D = 1$ zu ermitteln. Die Spannungswerte wurden mit einem hierfür besonders entwickelten Röhrenvoltmeter in Verbindung mit einem kapazitiven Spannungsteiler gemessen, und dieses Verfahren bewährte sich sowohl für die hier in Betracht kommende Eichung wie auch für sonstige Zwecke vorzüglich. Für die Bestrahlung diente eine 220 V-Uviarc-Lampe für 4 A und 170 V Verbrauchsspannung, die etwa 3,6 m von der Kugelfunkenstrecke entfernt aufgestellt war. Ihre Bestrahlung setzte deutlich die Streuung der Überschlagwerte herab. Sie ergab weiter merkbar (um 1,5 bis 0,3% je nach der Schlagweite) geringere Überschlagwerte als für nicht bestrahlte Elektroden. Die Absolutwerte der Spannung lagen durchgängig, also auch ohne Bestrahlung, wenigstens für Schlagweiten von $s/D > 0{,}25$ bis zu 2% niedriger als die zum Vergleich mit herangezogenen Werte der AIEE-Standards Nr. 4 von 1928. (Daß diese Werte für größere Kugeln von 50 cm Dmr. und mehr zu hoch waren, ist eine jetzt allgemein anerkannte Tatsache. D. Ber.) [C. S. Sprague u. G. Gold, Electr. Engng. 56 (1937) S. 594; 3½ S., 1 Abb.] *W. W.*

Elektrisches Prüfamt 33. — Die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfamtes 33 in Stettin ist wie folgt erweitert worden[1]):

Für Wechsel- und Drehstromprüfungen bis 2500 A, 16 500 V.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende Bekanntmachungen:

„Bekanntmachung Nr. 444[2]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System $\sqrt{150}$ folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System $\sqrt{150}$, die Formen W3kS und W3kSr, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Deutschen Zähler-Gesellschaft Nachf. A. Stepper & Co. in Hamburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 22. April 1937.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Beschreibung:[3])

Die durch die Bekanntmachung Nr. 414[4]) vom 27. 6. 1936 für die beiden Meßbereiche 5 A, 220 V, 50 Hz und 10 A, 110 V, 50 Hz zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Formen W3kS und W3kSr des Systems $\sqrt{150}$ können auch für die Nennstromstärken 5 und 10 A und alle Nennspannungen zwischen 110 und 230 V bei der Nennfrequenz 50 Hz beglaubigt werden.

„Bekanntmachung Nr. 445[5]).

621. 314. 222

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, sind die folgenden Spannungswandlerformen zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ist ihnen das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System $\sqrt{40}$, die Formen BEVD 20a und BEVD 30a, Spannungswandler für dreiphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft in Berlin.

Berlin-Charlottenburg, den 31. Mai 1937.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
Stark."

Beschreibung[1]).

Die Dreiphasen-Spannungswandler der Formen BEVD 20a und BEVD 30a können für die Frequenz 50 Hz, für primäre Nennspannungen und Nennleistungen nach untenstehender Tafel und für die sekundären Nennspannungen $\frac{100}{\sqrt{3}}$ und $\frac{110}{\sqrt{3}}$ V beglaubigt werden. Die Wandler sind Fünfschenkelwandler; die Nennspannungen beziehen sich jeweils auf eine der drei in Stern geschalteten Primär- bzw. Sekundärwicklungen, die auf den drei Hauptschenkeln sitzen.

Form	Primäre Nennspannungen V	Nennleistung VA	Grenzleistung VA
BEVD 20a	$\frac{6000}{\sqrt{3}} \cdots \frac{20\,000}{\sqrt{3}}$	3×85	3×1000
BEVD 30a	$\frac{10\,000}{\sqrt{3}} \cdots \frac{30\,000}{\sqrt{3}}$	3×120	3×1400

Die Wandler der Form BEVD 20a werden entsprechend der Reihe 20, die Wandler der Form BEVD 30a werden entsprechend der Reihe 30 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker hergestellt, beide sind Topfwandler.

Verkehrstechnik.

621. 313. 361 : 621. 333. 41 **Zur Frage der Selbsterregung der Einphasenwechselstrom-Serie-(EKS-) Motoren, besonders mit Bezug auf Stromrückgewinnungsbetrieb von Einphasenwechselstrom-Bahnen.** — Bei der elektrischen Bremsung kann die abgebremste (potentielle und kinetische) Energie in Wärme umgesetzt oder zurückgewonnen werden. Die Bergbahnen und die Straßenbahnen vernichten im allgemeinen die abgebremste Energie in Widerständen. Vollbahnen für größere Gefalle arbeiten wirtschaftlich mit Energierückgewinnung (Nutzbremse). Für große Bremsleistungen kommt einzig die Nutzbremse in Betracht. Bei Einphasenwechselstrom hat sich in der Schweiz eine Nutzbremseinrichtung auf etwa 100 Triebfahrzeugen bewährt. Diese Schaltung läßt hinsichtlich der Leistungsfähigkeit und des erforderlichen, zusätzlichen Ausrüstungsgewichts noch zu wünschen übrig[2]). Eine Verbesserung der Einphasen-Nutzbremse ist jedoch nur mit genauer Kenntnis der Selbsterregungserscheinungen möglich. Zunächst wird an Hand der Differentialgleichungen nachgewiesen, daß die Verwendung des Einphasen-Reihenschlußmotors als Reihenschlußgenerator nicht in Frage kommt. Daraus wird geschlossen, daß für Nutzbremsung praktisch verwendbar nur Schaltungen mit Nebenschlußerregung des Feldes mit unabhängigem Anker- und Feldstrom sind. Die Differentialgleichungen für offene Primärwicklung des Haupttransformators werden aufgestellt. Anker- und Feldkreis sind dann über die Sekundärwicklung (nach Art eines Stromtransformators) gekoppelt. Für einen bestimmten Drehsinn des Ankers ergibt sich ein netzunabhängiger selbsterregter Wechselstrom bestimmter Frequenz, der bis zu einem durch die Eisensättigung des Motorfeldes gegebenen Grenzwert ansteigt, und zwar setzt die Selbsterregung ein, sobald die im Anker induzierte EMK größer wird als die Verlustspannung im Stromkreis. Die Frequenz ist durch die Resonanzbedingungen gegeben. Es ist nun die Eigenart der neuen Schaltung, daß der die Selbsterregung hervorrufende Drehsinn bei Nutzbremsbetrieb nicht vorhanden ist. Ein etwa im Ankerkreis auftretender Fremdstrom schwächt das Feld und wird daher sofort unter-

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 181.
[2]) Reichsministerialblatt 1937, S. 193.
[3]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 444 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[4]) ETZ 57 (1936) S. 1307.
[5]) Reichsministerialblatt 1937, S. 313.

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 445 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) Siehe den folgenden Bericht „Neue Nutzbremsschaltung fur Einphasenwechselstrom". S. 1063.

Digitized by Google

drückt. Die Schaltung ist demnach im Nutzbremsbetrieb für alle Drehzahlen vollkommen stabil. Dagegen ist bei Motorbetrieb der die Selbsterregung fördernde Drehsinn vorhanden. Hierbei bringen die Differentialgleichungen folgendes Ergebnis: Die kritische Drehzahl für Eintreten der Selbsterregung liegt um so höher, je größer die ohmschen Widerstände sind. Im gleichen Sinne wirkt eine starke Sättigung des Motors sowie eine starke netzgebundene Sättigung des Haupttransformators. Große ohmsche Widerstände und kleine Induktivitäten heben die Fremdfrequenz, während starke Sättigung des Motors die Fremdfrequenz senkt. Mit den Werten der heute verwendeten Motoren liegt die Fremdfrequenz in der Nähe von 1 Per/s. Fremd- und Netzstrom setzen sich dann so zusammen, daß der Fremdstrom die Grundwelle und der Netzstrom die Oberwelle bildet. [Anm. d. Ber.: Die Deutsche Reichsbahn hat in drei Doppeltriebwagen, die in den Jahren 1934 und 1935 beschafft wurden, Versuchsbremseinrichtungen (Widerstands- und Nutzbremse) einbauen lassen. Der Wagen für Stromrückgewinnung ist mit einer fremderregten Wechselstrom-Nutzbremse ausgerüstet, die gegenüber der beschriebenen Schaltung in bezug auf Leistungsfaktor und Gewicht der zusätzlichen Apparate Fortschritte aufweisen kann, s. Michel und Kniffler, Elektr. Bahnen 12 (1936) S. 281. Zur Klärung der Frage der Selbsterregung wäre in diesem Zusammenhange u. a. noch auf folgende Arbeiten hinzuweisen: Schenkel, ETZ 41 (1920) S. 543, 567 u. f., Kopczynski, Die Ortskurven einiger Einphasen-Bahnmotor-Schaltungen und die Bedingungen für Selbsterregung, Dissertation T. H. Dresden 1931, Mirow, Elektr. Bahnen 13 (1937) S. 5. In der letzten Arbeit wird außerdem nachgewiesen, daß für Einphasenwechselstrom unter Berücksichtigung der Selbsterregungserscheinungen Kompoundschaltungen den Anforderungen des Bremsbetriebes am besten genügen, ein Ergebnis, wie es sich auch für Gleichstrombremsschaltungen ergeben hat, s. Monath, ETZ 55 (1934) S. 718, Töfflinger, Neue elektrische Bremsverfahren für Straßen- und Schnellbahnen, Berlin, J. Springer, 1934.] [A. Laternser, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 193; 7 S., 9 Abb.] *Mrw.*

621. 333. 41. 025. 1 **Neue Nutzbremsschaltung für Einphasenwechselstrom.** — Für das Netz einer schweizerischen Nebenbahn, das Rampen bis zu 50 ‰ enthält, wird die durch Nutzbremse erreichbare Stromersparnis errechnet. Der Stromverbrauch am Speisepunkt ist im Mittel 74,5 Wh/tkm, die Bremsarbeit am Radumfang 32,6 Wh/tkm, und hiervon lassen sich durch Nutzbremse zurückgewinnen etwa $0{,}65 \cdot 32{,}6 = 21{,}5$ Wh/tkm, so daß eine Stromersparnis von etwa 30% erreichbar ist. Sie dürfte groß genug sein, um eine Nutzbremseinrichtung wirtschaftlich zu rechtfertigen. Bei Wechselstrom

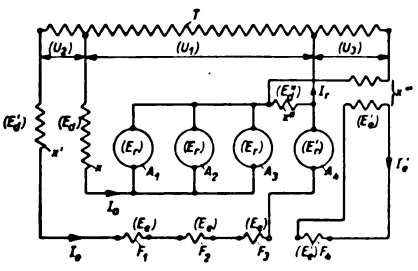


Abb. 2. Neue Nutzbremsschaltung.

von $16^2/_3$ Hz sind Kosten und Gewicht der Nutzbremseinrichtung nicht zu vernachlässigen. Insbesondere eine in der Schweiz schon in etwa 100 Fahrzeugen ausgeführte Schaltung bedingt eine große Drosselspule im Ankerstromkreis und arbeitet mit niedrigem Leistungsfaktor[1]). Diese Nachteile werden nun vom Verfasser folgendermaßen beseitigt: Von den 4 Motoren eines Fahrzeugs dient der eine als Erregermaschine, vgl. Abb. 2. Sein Feld wird im Nebenschluß vom Fahrzeugtransformator aus erregt, in seinem Ankerkreis liegen die Erregerwicklungen der drei übrigen Fahrmotoren sowie eine zusätzliche Drosselspule x' oder x''. Grundsätzlich arbeitet er also in der alten Schaltung, jedoch braucht die vorgeschaltete Induktivität nur klein zu sein, da die Feldwicklungen bereits eine große Induktivität darstellen. Der Erregerstrom ist nicht, wie bei der alten Schaltung, um etwa 90°, sondern nur um rd. 45° nacheilend, daher kann auch die Drosselspule x verhältnismäßig klein gehalten werden, und der Leistungsfaktor wird günstig: Je nach Belastung und Drehzahl kann er zwischen etwa 0,8 nacheilend und 0,9 voreilend gehalten werden. Selbsterregung wird durch die Drosselspule x'' und den Zwischentransformator x''' verhindert. Aus dem günstigen Leistungsfaktor und dem verhältnismäßig geringen Aufwand an zusätzlichen Induktivitäten folgt ein guter Wirkungsgrad und damit eine Erhöhung des Rückgewinns. Die Schaltung erscheint daher aussichtsreich. [A. Laternser, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 301; 5 S., 6 Abb.] *Tf.*

[1]) Siehe vorigen Bericht, S. 1062.

Physik.

537. 533. 71/. 74 **Über Fehler von Elektronenbildern.** — Man kennt gut die Fehler von Elektronenbildern in qualitativer Hinsicht. Auch in quantitativer Hinsicht ist man über sie wenigstens in erster Näherung unterrichtet (Schrifttum in der Originalarbeit). Soweit nur ein elektrisches Feld in Betracht kommt, sind es — entsprechend einer von Hamilton stammenden Analogie zwischen Lichtausbreitung und mechanischen Vorgängen — genau dieselben Fehler, wie sie bei den optischen Linsen auftreten: sphärische Aberration, Koma, Astigmatismus, Bildwölbung und Verzeichnung. Ist auch ein magnetisches Feld vorhanden, so kommen noch drei weitere Fehler hinzu: die magnetische Zerdrehung, die magnetische Koma und die magnetische Aberration. Die Zahleneigenschaften dieser Fehler haben eine gewisse Bedeutung, doch fehlt es zur Zeit an einem einfachen und durchsichtigen Gedankengang für ihre Begründung. In der Arbeit von Rogowski wird eine solche Herleitung gegeben. Rogowskis Grundlage bildet der sogenannte reduzierte Lichtweg oder der entsprechend gebildete reduzierte mechanische Weg

$$S = \int_{P_0}^{P} n \, ds,$$

wo im optischen Falle n der Berechnungsexponent oder im mechanischen Falle z. B. bei rein elektrischen Feldern

$$n = \sqrt{\frac{2\,(E - U)}{m\,c^2}}$$

ist (E Gesamtenergie, U potentielle Energie, m Masse, c eine Vergleichsgeschwindigkeit, etwa die Lichtgeschwindigkeit, ds ein Element der Bahn). Dieser reduzierte Weg als Funktion seiner oberen Grenze (des Punktes P) aufgefaßt, ist Hamiltons charakteristische Funktion (das sogenannte Punkteikonal). Über den Wert der charakteristischen Funktion kann man sich, da n als Ortsfunktion als bekannt vorausgesetzt werden muß, leicht eine Vorstellung verschaffen. Für axialsymmetrische Felder muß diese Funktion gewissen Symmetriebedingungen genügen, und man kann daher für Punkte in der Nähe der Symmetrieachse ohne weiteres Entwicklungen nach Taylor anschreiben. Eine ähnliche Entwicklung nach Taylor kann man auch für ein ideales in der Auffangebene endigendes Punktbündel ansetzen. Die Bildfehler folgen nun in der Rogowskischen Darstellung dadurch, daß man diese beiden Entwicklungen in den gleichstelligen Gliedern vergleicht bzw. subtrahiert und die Differenz nach den Blendenkoordinaten differenziiert. Die in der Entwicklung auftretenden Koeffizienten bzw. Kombinationen derselben bilden dann die sogenannten Seidelschen Bildfehlerkoeffizienten, deren genaue Berechnung tiefergehenden Rechnungen überlassen bleibt. Die Bildfehler selbst werden dann eingehend in der Arbeit von Rogowski diskutiert und dabei nicht nur das rein analytische Verfahren benutzt, sondern auch je nach Bedarf das geometrische herangezogen und beide Wege miteinander verglichen. Diese Herleitung setzt natürlich voraus, daß man die Haupteigenschaften des reduzierten Weges (der charakteristischen Funktion; vgl. oben) kennt. Deswegen sind in der Arbeit die dazu erforderlichen Grundlagen auseinandergesetzt, nämlich die Herkunft des Fermatschen Prinzips aus den Gesetzmäßigkeiten der Spiegelung und Brechung, die Begründung des entsprechenden Maupertiusschen Prinzips durch eine einfache Variationsbetrachtung und die daraus folgenden Richtungs- und Differentialeigenschaften. Bei rein elektrischen Feldern ergeben sich einfache Zusammenhänge. Aber auch die verwickelteren Zusammenhänge im magnetischen Feld werden auf anschaulichem, einfachem und direktem Wege hergeleitet. Ferner werden die Fehler bei Ablenkfeldern in Zusammenhang mit

Digitized by Google

der allgemeinen Fehlertheorie gebracht und der augenblickliche Stand der zahlenmäßigen Ausrechnung angegeben. [W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 9, S. 555; 39 S., 26 Abb.]

539. 319 : 538. 653. 11 **Magnetische Nachwirkung und innere Spannung.** — Um zu prüfen, ob die Größe der magnetischen Nachwirkung mit den Gefügespannungen in Beziehung steht, führt H. Kindler zwei Versuche aus. Eine 50proz. Eisen-Nickel-Legierung wird bei verschiedenen Zugspannungen untersucht. Dabei ergibt sich eine starke Abhängigkeit des Nachwirkungsverlustwinkels von dem angelegten Zuge, und zwar erhält man bei elastischer Beanspruchung eine Zunahme, bei plastischer eine Abnahme des Nachwirkungsverlustes. In einer Heuslerschen Legierung wird durch zwei verschiedene thermische Behandlungen eine Änderung des Gefüges und der dadurch bedingten Eigenspannungen erzeugt. Damit parallel geht eine Änderung des Nachwirkungsverlustes um den vierfachen Betrag. Der Ausfall dieser beiden Versuche spricht dafür, daß die magnetische Nachwirkung wesentlich spannungsbedingt ist. [H. Kindler, Ann. Phys., Lpz. 28 (1937) S. 375; 10 S., 10 Abb.] *Br.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 315. 68 :. 53 **Al-Verbindungen in der Elektrotechnik.** — Da Flußmittel beim Löten und Schweißen von Aluminium, wenn sie nicht restlos entfernt werden, die Lebensdauer der Verbindung durch Korrosion gefährden, sind Schmelzverbindungen für Al-Kabelseile entwickelt worden, die völlig ohne Flußmittel und mit einfachen Hilfsmitteln sicher auszuführen sind. Die auf den einzelnen Al-Drähten haftenden Oxydschichten gelangen, da sie spezifisch leichter sind als das geschmolzene Aluminium, bei dem Schmelzvorgang größtenteils an die Oberfläche der Schmelze. Die Herstellung derartiger Schmelzverbindungen geschieht auf folgende Weise: Die beiden zu verschmelzenden Al-Kabelenden werden nach dem Entfernen der Isolation in eine zweiteilige Schmelzform (Muffel), die aus Stahl (behelfsmäßig Gasrohr) oder aus Chromstahl hergestellt ist, eingelegt (Abb. 3). Die Formteile werden durch Klemmen zu-

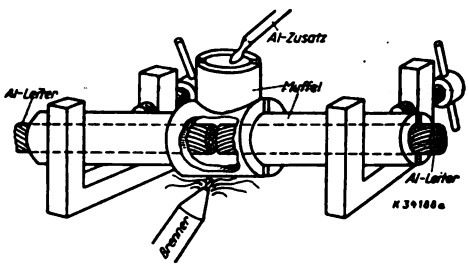


Abb. 3. Verschmelzen zweier Al-Kabelenden.

sammengehalten, so daß die Seilenden fest umschlossen sind. Mit einer geeigneten Heizquelle wird die Muffel rd. 50° C über den Schmelzpunkt von Aluminium (659° C) erhitzt. Durch Umrühren mit einem Stahlstab werden die beim Zusammenschmelzen der einzelnen Drähte frei werdende Oxyde ohne Zugabe von Flußmitteln an die Oberfläche der Schmelze gebracht. Durch die Öffnung *A* in der Schmelzform wird Aluminium oder bei niedrigerer Temperatur schmelzende Al-Legierungen z. B. Silumin zum Ausfüllen der Hohlräune, die beim Verschmelzen entstehen, zugegeben. Ein zu langes Erhitzen ist jedoch zu vermeiden. Nach dem Erkalten wird die Schmelzform von der Verbindungsstelle genommen und diese, wenn nötig, mit der Feile gereinigt. Die auf diese Weise hergestellten Verbindungen sind einwandfrei. Das Verbrennen einzelner Drähte des Al-Leiters dicht bei der Verbindungsstelle läßt sich durch Beschränken der Erhitzung auf den mittleren Teil der Muffel vermeiden. Der Werkstoffverschleiß bei diesem Verfahren ist geringer, als bei dem bekannten Gießschmelzverfahren zur Herstellung von Al-Verbindungen.

Auf gleiche Weise läßt sich ein Al-Kabelende zu einem Al-Kabelschuh in der Form der üblichen Messing- oder Kupferkabelschuhe verschmelzen ohne Zugabe von Flußmitteln. Zu diesem Zweck erhält die Muffel die Form des gewünschten Kabelschuhes. Das Seilleiterende wird nach dem Abisolieren in die Muffel gebracht. Durch Zugabe von Al-Stücken wird die Muffel bereits vor dem Verschmelzen des Aluminiums gut ausgefüllt. Die Muffel ist mit einer Öffnung versehen, durch die gegebenenfalls Aluminium oder Silumin beim Schmelzen zugegeben wird und gleichzeitig die Oxydschichten, die beim Verschmelzen frei

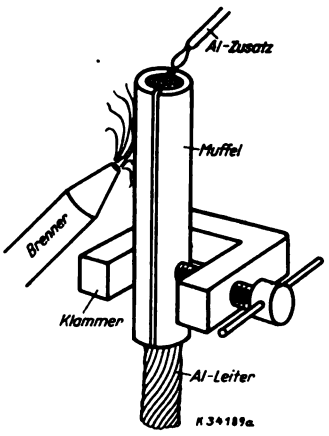


Abb. 4. Verschmelzen eines Al-Kabelschuhes.

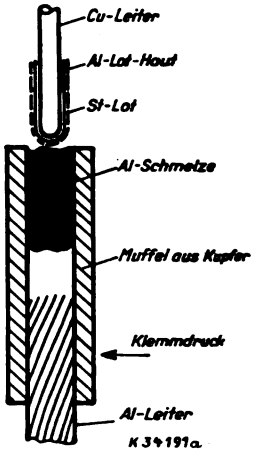


Abb. 5. Verschmelzen eines Al- mit einem Cu-Leiter.

werden, durch Umrühren an die Oberfläche der Schmelze gelangen. Um ein Verbrennen einzelner Al-Drähte des Kabels zu vermeiden, ist die Muffel entsprechend lang zu wählen, und das untere Drittel nicht mitzuerhitzen. Al-Seilleiter lassen sich auch in einer entsprechend ausgebildeten Muffel zu einem Rundstück verschmelzen, das dann unmittelbar durch Klemmverbindungen angeschlossen werden kann. Auch ist es möglich, auf dieses Rundstück gut verzinnte Kupferkabelschuhe aufzulöten. Das Schmelzstück wird hierzu nach dem Reinigen zunächst mit Al-Lot und dann mit Zinnlot unter Verwendung von Kolophoniumspiritus als Flußmittel überzogen (Abb. 4).

Zur Herstellung von Schmelzschrumpfverbindungen zwischen Al-Leiterenden und Kupferanschlüssen wird wie folgt verfahren (Abb. 5). In die Schmelze des in einer Muffel verschmolzenen Al-Seilleiterendes wird das gereinigte Kupferanschlußstück eingetaucht. Hierbei entsteht an der Übergangsstelle zwischen Kupfer und Aluminium eine leitende, wenn auch äußerst spröde Al-Cu-Legierung. Dabei ist zu beachten, daß die Schmelze nach dem Eintauchen des Kupferanschlußstückes rasch erkaltet. Derartige Kupfer-Aluminium-Verbindungen sind besonders an der Verbindungsstelle durch einen Lacküberzug gegen Korrosion zu schützen. [W. Bünger u. W. Hammerschmidt, Aluminium, Berl. 18 (1937) S. 86; 2 S., 5 Abb.] *Hdt.*

621. 357. 7 : 531. 717. 082. 78 **Dickenmessung von Nickelüberzügen.** — Die örtliche Dicke eines elektrolytischen Nickelüberzugs auf einem unmagnetischen Metall läßt sich nach A. Brenner auf magnetischem Wege messen. Die Anziehungskraft einer Nickelschicht auf einen kleinen permanenten Magneten ist bei den üblichen Dicken von 0,0005 mm bis 0,025 mm proportional der Schichtdicke. Zur Messung der Kraft ist eine Federwaage geeignet, die Kräfte von 1 bis 5 g mit einer Genauigkeit von 1% mißt. Die Eichung erfolgt mit Schichten bekannter Dicke. Werden die Schichten unter verschiedenen elektrochemischen Bedingungen niedergeschlagen, so zeigen sie etwas verschiedene magnetische Eigenschaften. Erhitzen auf 400° C bewirkt fast vollständigen Ausgleich dieser Unterschiede. Die Messungen haben eine Genauigkeit von 10%. [A. Brenner, Bur. Stand. J. Res., Wash. 18 (1937) S. 565; 18 S., 5 Abb.] *Br.*

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Der Elektro-Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen.

Von **H. Birett**, Berlin.

621. 34. 003. 1

Übersicht. Der Aufsatz zeigt, worauf bei Wirtschaftlichkeitsvergleichen zwischen Antrieb für Riemenstrang und Elektroeinzelantrieb zu achten ist. Ferner soll besonders darauf hingewiesen werden, daß bei einer Beurteilung nicht nur die Einzelerscheinungen, sondern auch die Zusammenhänge zu bewerten sind.

Durch Untersuchungen und Veröffentlichungen in den Jahren 1899 und 1900 wurde zwar schon auf die wirtschaftliche Überlegenheit des damals noch äußerst behelfsmäßigen Einzelantriebes über den Gruppenantrieb selbst kleinerer Werkzeugmaschinen hingewiesen, doch machten sich nur ganz wenige Werke daran, im eigenen Betrieb die Vorteile auszunutzen. Diese erwiesen sich, besonders hinsichtlich der leichten Umstellbarkeit und Anpassungsfähigkeit an die ständig wechselnden Arbeitsverfahren, sowie des niedrigeren Stromverbrauches und der geringeren Instandhaltungs- und Überwachungskosten, als derart einschneidend, daß sehr schnell eine restlose Umstellung erfolgte. Die hierbei gesammelten Erfahrungen dienten, in engster Zusammenarbeit mit den verschiedenen Werkzeugmaschinenfabriken, dazu, der deutschen Industrie Wege zu der ihr gebührenden, führenden Stellung zu weisen. In Abb. 1 und 2 ist eine Richtpresse mit elektrischem Antrieb aus dem Jahre 1899 einer neuzeitlichen schweren Kurbelpresse gegenübergestellt. Nachdem der heute übliche Käfigläufermotor den früher zur Verfügung stehenden Ausführungen in jeder Weise überlegen ist, können die oben erwähnten und seitdem immer wieder bestätigten Untersuchungen auch heute noch als verbindlich gelten.

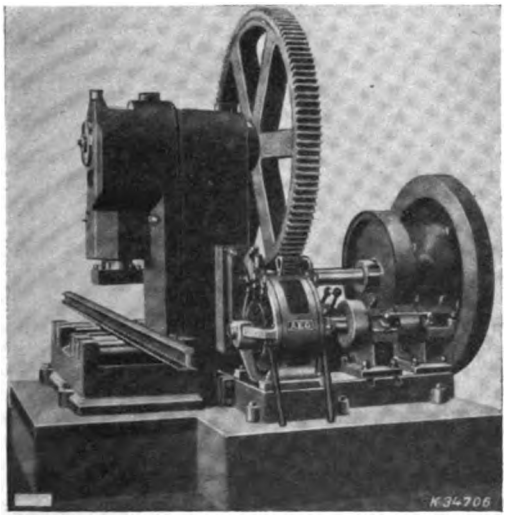


Abb. 1. Richtpresse mit elektrischem Antrieb.

Eine sparsame Rohstoff- und Energiewirtschaft setzt die Vermeidung unnötiger Verluste an elektrischer Arbeit oder an Rohstoffen, an Kohle, Schmierstoffen usw. voraus. Deshalb ist auch unbedingt darauf zu achten, daß der Kraftweg bei den einzelnen Maschinen möglichst kurz und damit der Wirkungsgrad entsprechend höher wird. Die beste Lösung erhält man, wenn es gelingt, den Motorläufer unmittelbar auf die Arbeitswelle zu setzen. Innerhalb der einzelnen Maschine erfolgt dadurch eine Zerlegung in Teilantriebe bzw. Mehrmotorenantriebe (Abb. 2).

Bei einem Vergleich der verschiedenen Antriebsarten wie Gruppen-, Einzel- und Elektro-Einzelantrieb kann keine allgemein gültige Regel aufgestellt werden. Es spielt eine große Rolle, ob es sich um eine Neuanlage oder eine Betriebsumstellung, um eine Neuanschaffung oder Änderung einer vorhandenen Maschine handelt, welche Eigenheiten der Betrieb aufweist, bzw. die einzelnen Arbeitsgänge, wie der Ausbildungsgrad der Maschinenarbeiter zu werten ist und anderes mehr. Für den Betriebsmann ist es daher wesentlich, diese wichtigen Vergleichspunkte zu kennen.

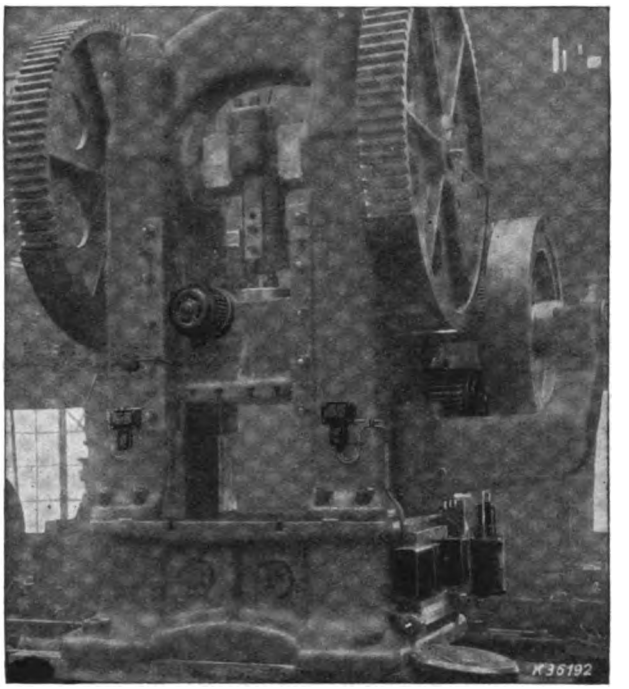


Abb. 2. Schwere Kurbelpresse mit elektrischer Zweihand-Sicherheitseinrückung.

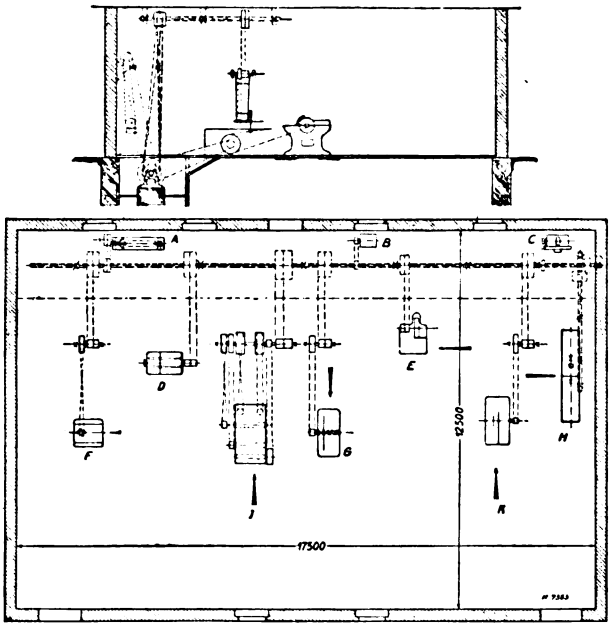
Bei allen Gegenüberstellungen sind außer dem Anschaffungswert der Werkzeugmaschine einschließlich Antrieb und etwa erforderlicher Kraftübertragungsglieder auch noch die Kosten für Verstärkung von Gebäudeteilen einzusetzen und der größere Platzbedarf (Abb. 3 und 4) zu berücksichtigen. Unter letzterem ist der Raum für Wellenstränge genau so zu verstehen, wie ein Mehrbedarf an Platz durch möglicherweise ungünstigere Raumausnutzung oder erforderlich werdende Zwischenlager für Rohware oder halbfertige Teile. Eine Verstärkung der Gebäudeteile kann außer durch das Anbringen der Wellenstränge dadurch erforderlich sein, daß der Unterbau im Hinblick auf den seitlichen Riemenzug kräftiger ausgeführt sein muß. Im Zusammenhang mit vorstehenden Punkten ist auch die Beleuchtungsfrage zu erwähnen. Die Übersichtlichkeit des Arbeitsraumes kann bei Riemensträngen deren Verlegung an der Decke verbieten, die Betriebsicherheit usw. sie auf dem Fußboden als unzweckmäßig erscheinen lassen. Man ist dann gezwungen, entweder den Arbeitsraum zu unterkellern, oder aber bei ungünstigem Grundwasserstand den Fußboden zu heben.

Bei neuzeitlichem Elektro-Einzelantrieb liegen die Verhältnisse am günstigsten. Die Maschine kann in diesem Fall als ein in sich geschlossenes Ganzes aufgefaßt

Digitized by Google

werden, bei welchem die auftretenden Kräfte so weit innerhalb der Maschine ausgeglichen sind, daß nach außen weder Zug- noch Druckkräfte, vom Gewicht abgesehen, in Erscheinung treten. Außer der durch das Gewicht der Elektro-Werkzeugmaschine bedingten Tragfähigkeit des Untergrundes werden an das Gebäude keine zusätzlichen Forderungen gestellt.

Zu den wichtigsten Vergleichspunkten der beiden Antriebsarten gehört die Wirtschaftlichkeit. Man muß sich, wenn man an die Prüfung herantritt, von vornherein darüber klar sein, daß ein Vergleich von Stromkosten oder Ausnutzungsmöglichkeit der vorhandenen Motoren nur ein Teilgebiet erfaßt, daß vielmehr sämtliche Fragen, wie



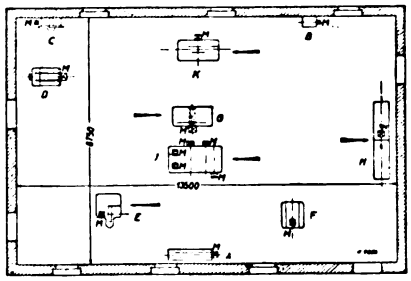
A Drehbank
B Sägezahn-Schleifmaschine
C Hobelmesser-Schleifmaschine
D Langloch-Bohrmaschine
E Bandsäge
F Tischfräse
G Abricht-Hobel- und Fügemaschine
H Pendelkreissäge
J vierseitige Hobel- und Kehlmaschine
K Kreissäge

Abb. 3. Mechanische Tischlerei mit Transmissionsantrieb.

Raumverhältnisse, Anschaffungs- und Aufstellungs-, Betriebs-, Instandhaltungs-, Allgemeinkosten, Eigenheit des Betriebes und des einzelnen Arbeitsvorganges und nicht zuletzt das Ineinandergreifen aller Einzeleinflüsse zu beachten sind.

Am wirtschaftlichsten wird die Maschine arbeiten, welche für einen bestimmten Arbeitsgang die kürzeste Zeit und die geringsten Unkosten erfordert und sich dabei in den Arbeitsfluß am besten eingliedert. Es gilt dabei als selbstverständlich, daß das Erzeugnis allen berechtigten Forderungen entspricht. Die letzte Bedingung ist vielfach von der Art des Antriebes stark abhängig, besonders wenn eine bestimmte Drehzahl möglichst genau eingehalten werden soll. Sofern es sich nicht um Synchronmotoren handelt, treten bei jedem Antriebsmotor zwischen Leerlauf und Vollast Drehzahlschwankungen auf, die jedoch bei Gleichstromnebenschluß- und bei Drehstrommotoren, diese als Käfig- bzw. Schleifringläufermotoren ohne Widerstand im Läuferkreis, ohne Bedeutung sind. Schaltet man zwischen einen derartigen Motor und die Arbeitswelle elastische Zwischenglieder, wie Riemen u. dgl., so wird, abgesehen von den auftretenden Verlusten, die Drehzahl stärker von der Belastung abhängen und auf alle Fälle die der Arbeitswelle kleiner sein als bei unmittelbarer Kupplung. Die geringere Drehzahl kann aber nicht nur eine Minderung der Arbeitsgüte zur Folge haben, sondern sie bewirkt auch eine Verringerung der Arbeitsgeschwindigkeit und damit eine Verlängerung der Arbeitszeit. Selbst wenn es sich dabei nur um einige Hundertteile handelt, um welche die Zwischenglieder den Anteil der Zeit an der Entstehung der Kosten erhöhen, so spielt der jährliche Betrag doch immerhin eine Rolle.

Bei jeder Arbeit treten Verluste auf, auch wenn der Wirkungsgrad noch so günstig ist. Diese Verluste hängen sowohl von der Zeit ab, während der die Maschine läuft, als auch vom Kraftbedarf an der Arbeitswelle. Läuft ein Motor nur, solange gearbeitet wird, und kann die Motorwelle dabei als Arbeitswelle verwendet werden, wird sich die dem Motor entnommene und vom Werkzeug in Formänderungsarbeit umgesetzte Leistung weitgehend decken. Kann dabei die eingestellte Drehzahl als feststehend angesehen werden, so wird diese Ausführung die geringsten Stromkosten bedingen und die beste Maschinenausnutzung gewährleisten. Der Motor muß allerdings so stark bemessen sein, daß er allen Anforderungen genügt. Jedes in diesen kürzesten Kraftfluß eingeschaltete Glied bedingt notgedrungen einen Energieverlust und verschlechtert damit die Betriebsverhältnisse. In den meisten Abhandlungen, in denen bewiesen wird, daß der Riemenstrang in Verbindung mit dem Gruppenantrieb weniger Stromkosten erfordert, wird der Fehler gemacht, daß nur die Anschlußwerte, aber nicht die Betriebsverhältnisse beachtet werden. Beim Gruppenantrieb läuft der Motor, gleichgültig, ob eine oder alle Maschinen in Betrieb sind. Eine sachgemäße Zusammenstellung vorausgesetzt, kann man bei vollausgenutztem Betrieb annehmen, daß der Antriebsmotor mit seinem besten Wirkungsgrad arbeitet. Würde jede Maschine als Elektromaschine ausgebildet sein, so ist der gesamte Anschlußwert wahrscheinlich höher, als der des vorerwähnten Antriebsmotors, jedoch laufen diese Motoren nur dann, wenn sie tatsächlich Leistung abgeben sollen. Die Einzelmotoren der Elektromaschinen geben im Betrieb die Leistung ab, welche an der Werkzeugspindel zur Verfügung stehen muß, wobei die Zeitdauer durch Fortfall eines zusätzlichen Schlupfes als Mindestwert an-



A Drehbank
B Sägezahn-Schleifmaschine
C Hobelmesser-Schleifmaschine
D Langloch-Bohrmaschine
E Bandsäge
F Tischfräse
G Abricht-Hobel- und Fügemaschine
H Pendelkreissäge
J vierseitige Hobel- und Kehlmaschine
K Kreissäge
M Antriebsmotoren

Abb. 4. Mechanische Tischlerei mit elektrischen Einzelantrieben.

gesehen werden kann. Sitzen der Motorläufer und der Werkzeugträger auf einer Welle, so werden die mechanischen Verluste, die zwischen diesen Teilen selbst bei Vorhandensein einer besonderen Lagerstelle auftreten können, mit hinreichender Genauigkeit gleich Null. Jedes Glied, welches zu dieser Grundform hinzutritt, erfordert zwangsläufig zu seiner Bewegung einen Leistungsaufwand (Abb. 5), der entsprechend höhere Stromkosten bedingt. Jedes nachgiebige Zwischenglied hat aber darüber hinaus einen Drehzahlabfall zur Folge, der als Arbeitszeitverlängerung in Erscheinung tritt. Eine Verlängerung der Arbeitszeit bedeutet aber, wenn man nur auf die Stromkosten achtet, daß die Verluste längere Zeit in Erscheinung treten, daß also mit anderen Worten mehr Strom verbraucht wird. Kehrt man mit den Überlegungen zum Ausgangspunkt zurück, so wird man erkennen, daß ein Gruppenantrieb, der in einer gegebenen Zeit an den Werkzeugträgern der verschiedenen Maschinen, eine bestimmte Leistung abgibt, eine höhere Leistung aufnehmen muß, als eine Gruppe gleichgearteter Elektroeinzelantriebe bei gleicher Leistungsabgabe in der gleichen Zeit. Es bedeutet dies, daß auch der Stromverbrauch größer sein muß. Verschlechtert sich der Beschäftigungsgrad der Gruppe, so geht beim Einzelantrieb der Stromverbrauch im gleichen Maße wie die abgegebene Leistung zurück, beim Gruppenantrieb ist dies aber in einem geringeren Um-

Digitized by Google

fange der Fall, wie eine kurze Betrachtung zeigt. Ist nur eine einzige Maschine der Gruppe in Betrieb, so muß der große Antriebsmotor seine eigenen verhältnismäßig großen Verluste decken, ferner die des ganzen oder größten Teiles des Wellenstranges und nicht nur den auf die einzelne Maschine entfallenden Teilbetrag, d. h. die Stromkosten sind höher als bei Einzelantrieb. Wird die Beschäftigung besser, d. h. der Gleichzeitigkeitsfaktor größer, so spielt dies beim Elektroeinzelantrieb hinsichtlich der Stromkosten keine Rolle, da diese sich ja verhältnisgleich mit der Abgabeleistung ändern. Beim Gruppenantrieb dagegen werden der Antriebsmotor und die Zwi-

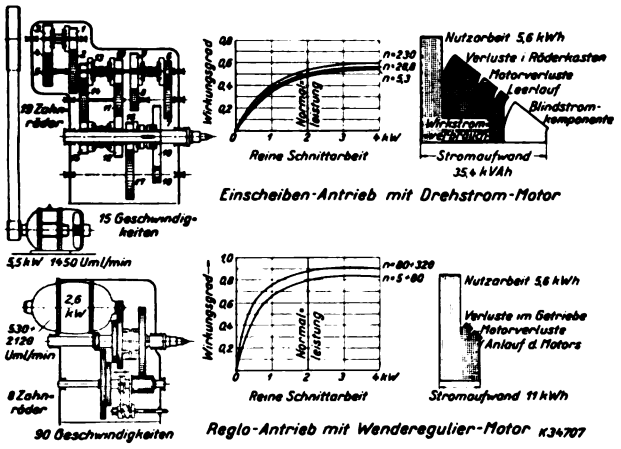
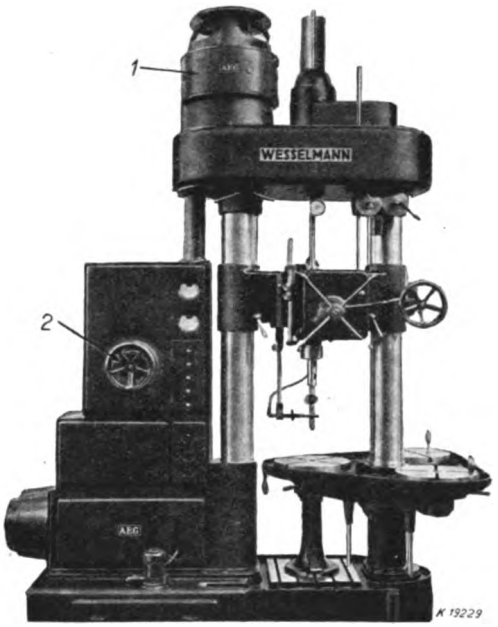


Abb. 5. Drehbankantrieb für 2 kW Normalleistung.

schenglieder überbeansprucht, wodurch einerseits die Verluste fast immer steigen, bestimmt aber der Schlupf und damit die Arbeitszeit an den einzelnen Maschinen wächst. Letzteres bringt aber nach obigen Überlegungen ebenfalls wieder einen zusätzlichen Stromverbrauch mit sich. Der Grund, warum für den Einzelantrieb trotzdem manchmal im Schrifttum höhere Stromkosten errechnet werden, liegt darin, daß man für diesen durchlaufende Motoren annimmt, wie es beim Gruppenantrieb zwar erforderlich, bei der Elektromaschine aber unsinnig ist, weiterhin daß man beim Gruppenantrieb für die Bemessung des Motors den Gleichzeitigkeits- und Belastungsfaktor der Gruppe und ihrer Teile beachtet und annimmt, daß größere Belastungsstöße von dem — größeren — Antriebsmotor ohne Schwierigkeit und Gefahr aufgenommen werden können. Beim Einzelantrieb wird der Motor für die Spitzenleistung — meist irrtümlicherweise als Dauerleistung — gewählt. Dies ist aber vollkommen falsch. Auch beim Einzelantrieb muß der Motor so gewählt werden, daß die Abkühlmöglichkeit bei aussetzender oder schwankender Belastung ausgenutzt ist, um dann ebenfalls kleine Motoren zu erhalten. Größere Belastungsstöße können auch beim Einzelantrieb übernommen werden, wenn man, wie beispielsweise bei Pressen, die Motorkennlinie entsprechend wählt. Wird bei der Neuentwicklung einer Maschine von vornherein auf diese Punkte geachtet, so wird der Einzelantrieb auf keinen Fall unterlegen sein.

Bisher war von richtig bemessenen Antrieben die Rede. Jede Abweichung bringt selbstverständlich eine Verschlechterung. Beim Elektroeinzelantrieb kann es sich dabei nur um eine Überbemessung des Motors handeln, welche weniger bei den Strom- als bei den Anschaffungskosten bzw. bei der Verzinsung und Abschreibung in Erscheinung tritt. Beim Antrieb mit Wellenstrang wachsen dagegen mit jedem Zwischenglied die Verlustmöglichkeiten.

Das gleiche gilt auch für nicht richtig bemessene oder gepflegte Zwischenglieder. Besonders bei Betriebsumstellungen kann auf vorstehende Punkte nicht genug verwiesen werden. Leider findet man viel zu häufig die Ansicht, daß ohne Änderung der bisher an einem Riemenstrang hängenden Maschinen und ohne eine Umstellung der Arbeitsverteilung je ein passender Motor bzw. Getriebemotor geliefert werden soll. Die Folge sind vielfach große Unkosten, auf Grund welcher dann die angebliche Unwirtschaftlichkeit der Elektromaschinen, bzw. des Einzelantriebes bewiesen wird. Eine genaue Prüfung in einem größeren Werk, das von Riemenstrang auf Einzelantrieb umgestellt werden sollte, zeigte beispielsweise, daß bei richtiger Ausnutzung der Leistungsfähigkeit der einzelnen Maschinen meist verbunden mit einer Drehzahlsteigerung, wobei teilweise geringfügige, im Werk selbst durchführbare Änderungen an denselben sich als notwendig erwiesen, und bei gleichzeitiger Umstellung des bisherigen Verteilungsplanes der Arbeiten, die Zahl der Maschinen und ferner ganz wesentlich der Leistungsbedarf verringert werden konnten. Durch die Änderungen an den Maschinen ergab sich die Möglichkeit, fast ausschließlich mit lagermäßigen, aus der Reihenfertigung entstammenden Motoren auszukommen, und auch beim restlichen Teil ergaben sich unwesentliche Abweichungen der Motorausführung. Vor allem zeigte sich, daß eine gründliche Untersuchung die Möglichkeit bietet, trotz Änderungen mechanischer Teile mit geringeren Umstellungskosten auszukommen, als wenn ohne weitere Überlegung für jede Maschine eine oft sehr kostspielige Motorausführung vorgesehen wird. Allerdings gibt es Maschinenausführungen, welche für Antrieb von einem Riemenstrang ausgebildet sind und bei denen es zwecklos ist, zu versuchen, daraus eine brauchbare Elektromaschine zu machen. Hier gibt es nur die Frage: Soll der Riemenantrieb beibehalten werden, oder lohnt sich die Beschaffung einer neuen gut durchgebildeten, leistungsfähigeren Maschine mit Elektroeinzelantrieb?



1 Antriebsmotor
2 Handrad für Anlasser und Tourenregler

Abb. 6. Bohrpresse mit rein elektrischem Regelbereich 1 : 10 für Anschluß an beliebige Stromarten.

Noch zwei wichtige Fragen sind bei Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wichtig: Die Anschaffungs- und die Unterhaltungskosten. Bezogen auf die reinen Anschaffungskosten werden die Maschinen für Antrieb durch Wellenstrang im Vergleich zu solchen mit Elektroeinzel- oder gar solchen mit -mehrmotorenantrieb häufig die billigsten sein. Rechnet man aber zu deren Preis noch die Kosten bzw. anteiligen Kosten des Gruppenmotors und des Wellenstranges hinzu, dann wird der Unterschied schon merklich kleiner sein. Wird dann der Mehraufwand an Grundfläche, an Raum, durch verstärkte Ausführung der umliegenden Gebäudeteile, durch ungünstigeren Fluß des Arbeitsgutes auch noch in Ansatz gebracht, so ist bei Neuerrichtung eines Werkes wohl immer, bei Betriebsumstellung fast stets die richtig durchgebildete Elektromaschine billiger. Bei den Anschaffungskosten liegt nicht immer die letzte Entscheidung bei der Frage der Wirtschaftlichkeit, sondern meistens bei der Höhe der laufenden Kosten je Einheit erzeugter Ware.

Je kürzer der Kraftfluß, desto geringer sind die Abnutzungs- und Störungsmöglichkeiten in Lager, Zwischengliedern u. dgl. Beim Elektroeinzelantrieb sind Zwischen-

Digitized by Google

glieder vermieden. Einer Abnutzung können nur die Lager unterworfen sein, die bei richtiger Wahl und Pflege ohne ungewöhnliche, von außen kommende Beanspruchungen mit verschwindenden Ausnahmen jahrelang einwandfrei laufen. Der heute fast durchweg für Einzelantrieb verwendete Käfigläufermotor ist Störungen so gut wie gar nicht unterworfen. Beim Gruppenantrieb liegen die Verhältnisse grundlegend anders. Die Zahl der Lagerstellen ist wesentlich höher. Die Zwischenglieder, meist

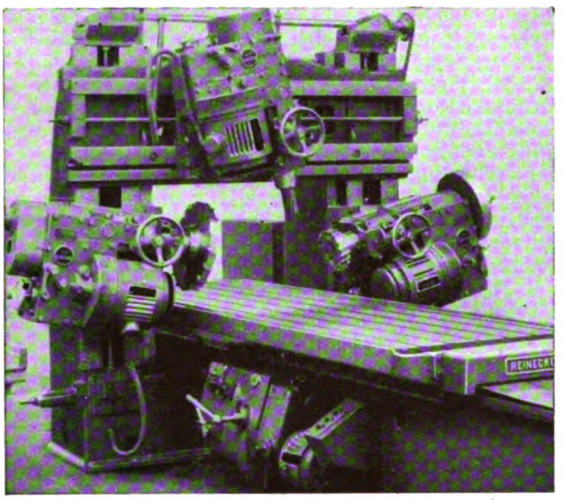


Abb. 7. Langfräsmaschine mit drei Frässchlitten.

Riemen, sind einer Abnutzung unterworfen, die teils durch die Kraftübertragung, teils durch Alterungserscheinungen irgendwelcher Art bedingt sein können. Je stärker sich letztere auswirken, desto größer wird die Gefahr von Betriebsstörungen infolge von Reißen usw., desto größer aber auch die Wahrscheinlichkeit, daß bei stärkerer Belastung ein zusätzlicher Drehzahlabfall mit seinen Folgen eintritt. Erneuert man die Riemen, sobald der Verdacht besteht, daß eine ungünstige Beeinflussung des Betriebes droht, steigen die anteiligen Unterhaltungskosten entsprechend an. Für nachgiebige Kupplungen gilt sinngemäß dasselbe. Der Motor selbst ist bei Gruppenantrieben meist ein Schleifringläufer. Die Wartung und Instandhaltung der Schleifringe und Bürsten, ferner die scheinbar nicht hierher gehörige erhöhte Unfallgefahr durch Vorhandensein blanker, stromführender Teile erhöhen die Unterhaltungskosten.

Bisher wurden bewußt alle jene Fälle außer acht gelassen, bei denen der Riemenstrang überhaupt nicht mit dem Elektroeinzelantrieb in Wettbewerb treten kann, da Vergleiche auf möglichst entsprechender Grundlage gezogen werden sollten.

Auch von diesen Fällen sollen nur die angeführt werden, welche besonders kennzeichnende Merkmale besitzen und die bei jeder, auch der einfachsten Maschine in irgendeiner Form eine Rolle spielen können. Die große Überlegenheit der Elektromaschine ist überall da gegeben, wo hohe Drehzahlen, stufenlose Drehzahlregelung, große Schalthäufigkeit, ferner Regelung oder Schalthäufigkeit in Verbindung mit Drehrichtungswechsel verlangt wird, wo schnelle und sichere Bremsung, Abhängigkeits- bzw. Sicherheitsschaltung erforderlich ist und schließlich wo bewegliche Arbeitswellen unvermeidlich sind. Bei der in Abb. 6 gezeigten Bohrpresse kann beispielsweise der mit *1* bezeichnete Motor durch Bedienung des Handrades *2* angelassen, gebremst, stufenlos zwischen 300 und 3000 U/min geregelt werden, ferner ist damit Drehrichtungswechsel durchführbar. Alle elektrischen Teile sind so mit der Presse vereinigt, daß eine einheitliche Maschine entsteht. In Abb. 7 ist eine Langfräsmaschine wiedergegeben, bei welcher dreifachpolumschaltbare Motoren als Arbeitsmotoren und ein vierter für die Tischbewegung vorgesehen sind. Alle Motoren werden durch Druckknöpfe bedient und sind so miteinander verriegelt, daß bei Störungen zuerst der Tischmotor abgeschaltet wird, um Beschädigungen der Fräsköpfe oder des Werkstückes zu vermeiden.

Bei der vorerwähnten Bohrpresse (Abb. 6) erfolgt das Stillsetzen mittels der bei Gleichstrommotoren üblichen Ankerkurzschlußbremsung, bei welcher keinerlei Werkstoffverschleiß auftritt, während bei mechanischen Bremsen eine Abnutzung der Reibflächen unvermeidlich ist. Hierbei ist sogar Energierückgewinnung möglich. Auch in reinen Drehstromanlagen können die Vorteile der elektrischen Bremsung ausgewertet werden. Am bekanntesten ist die Gegenstrombremsung, welche in Verbindung mit Zeitschaltern oder Drehzahlwächtern gute Ergebnisse liefert. Am günstigsten jedoch ist wegen ihres weichen und mit abnehmender Drehzahl immer wirksameren Arbeitens die Gleichstrombremsung. In Abb. 8 ist eine Steuerung gezeigt, bei welcher der Gleichstrom mittels eines Einachs-Bremsumformers erzeugt wird. Auch bei der Gleichstrombremsung von Drehstrommotoren ist eine

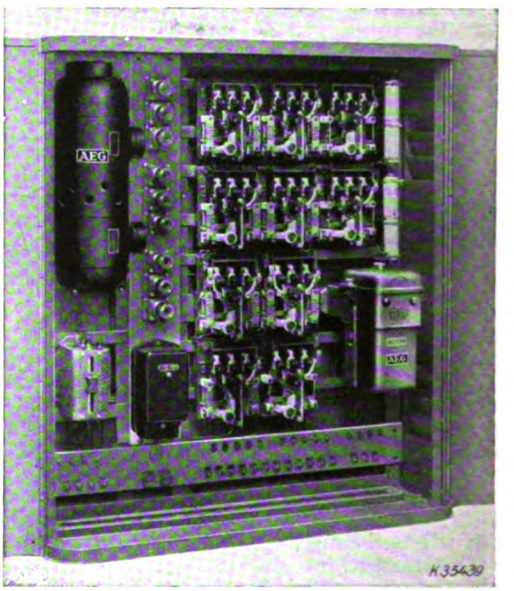


Abb. 8. Schaltschrank mit Schützensteuerungen für die Motoren einer Bohrbank und eingebautem Einachs-Bremsumformer.

Abnutzung irgendwelcher Teile, d. h. mit anderen Worten ein Rohstoffverlust, vermieden. Gleichzeitig bedeutet dies den Fortfall von zusätzlichen Wartungs- und Erneuerungskosten. Zu vorstehenden Vorteilen kommen noch diejenigen, welche rechnerisch schwer zu erfassen sind, wie beispielsweise die keine Kraftanstrengung fordernde, gefahrlose Bedienung von Druckknöpfen u. dgl., welche außerdem an den zweckmäßigsten Stellen angeordnet werden können.

Zusammenfassung.

Faßt man die einzelnen Beispiele zusammen, so zeigt sich, daß jeder einwandfreie Vergleich die Kenntnis der einfachsten Form zur Vorbedingung hat, daß aber auf dieser Grundform aufbauend die Vor- und Nachteile der endgültigen Ausführung meist leicht erkennbar werden. Weiterhin erkennt man, daß ein Vergleich nur dann zulässig ist, wenn die gleichen Arbeitsbedingungen zugrunde gelegt werden, daß er also nur für einen bestimmten Fall Gültigkeit besitzt. Bei einem allgemeinen Urteil dürfen nur einwandfreie Lösungen jeder Art gegenübergestellt werden, wobei die örtlichen und betriebsmäßigen Bedingungen in vollem Umfang eingesetzt und aufgeführt sein müssen. Der Sinn des Aufsatzes soll darin bestehen, ein Verständnis für die Zusammenhänge zu erwecken und die wichtigsten Punkte, die bei Vergleichen ins Gewicht fallen können, gleichgültig ob sie rechnerisch erfaßbar sind oder nicht, aufzuzeigen.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.
Ausschuß für Maschinen.
Ausschuß für elektrische Bahnausrüstung.

Es wird auf die nachstehende Bekanntmachung der Ausschüsse für Maschinen und elektrische Bahnausrüstung betr. hochhitzebeständige Isolierstoffe verwiesen.

Ausführliche begründete Anregungen und Einsprüche zu diesen Vorschlägen sowie Bekanntgabe etwaiger Versuchsergebnisse werden bis zum 1. Januar 1938 an die Geschäftstelle erbeten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Vorschlag für die Berücksichtigung hochhitzebeständiger Isolierstoffe in VDE 0530 und 0535.

Die Ausschüsse für Maschinen und elektrische Bahnausrüstung lassen hiermit an die Herstellerfirmen, Deutsche Reichsbahn, Straßenbahnverwaltungen und an sonstige Abnehmerkreise die Anregung ergehen, mit neuen hochhitzebeständigen Isolierstoffen, wie sie bereits unter verschiedenen Namen, z. B. Apyrol, Durignit, Neptun usw. bekannt sind, Versuche im praktischen Betrieb in größerem Umfange, vor allem an ruhenden Motorwicklungen auszuführen, um weitere Erfahrungen über diese Isolationsarten zu sammeln, insbesondere um das Verhalten bei Dauerbeanspruchung mit erhöhten Temperaturen kennenzulernen.

Sollte es das Ergebnis einer derartigen Erfahrungssammlung rechtfertigen, so ist in Aussicht genommen, für diese neuen hitzebeständigen Isolierstoffe eine besondere Isolationsklasse B_H in VDE 0530 (R.E.M.) und VDE 0535 (R.E.B.) einzuführen, für die in vorläufigen Beratungen etwa 30° höhere Grenzerwärmungen, als der bisherigen Klasse B entspricht, vorgeschlagen wurden. Im Zusammenhang hiermit wäre dann auch zu erwägen, ob die neueren Fortschritte im Kommutatorbau eine geringe Erhöhung der Grenzerwärmungen bzw. Grenztemperaturen der Kommutatoren zulassen.

Die vorstehend angeregten Versuche sollen im Sinne der Bestrebungen des Vierjahresplans einen Beitrag zur Frage der Verminderung des Kupferbedarfs für Wicklungen liefern.

Es wird angestrebt:

1. bei Verwendung von Aluminium an Stelle von Kupfer unter Beibehaltung der bisherigen Maschinenmodelle, also ohne Vergrößerung des Wickelraumes, die durch die geringere Leitfähigkeit des Aluminiums bei gleichem Querschnitt und gleicher Belastung entstehenden höheren Erwärmungen mittels der hochhitzebeständigen Isolation zu bewältigen;
2. bei Verwendung von Kupfer die Ausnutzungs- oder Überlastungsfähigkeit der Motoren zu vergrößern, also hierdurch den Bedarf an Kupfer für die Leistungseinheit herabzusetzen.

Als Kennzeichen dieser neu aufzunehmenden Isolationsklasse B_H soll die Verwendung hochhitzebeständiger Isolierstoffe (Asbest, Glimmer und ähnliche mineralische Stoffe) mit einem Gehalt an Bindemitteln und anderen organischen Bestandteilen von höchstens 30% gelten.

Als Typenprüfung für die neue Isolationsklasse B_H wird folgendes vorgeschlagen:

Durch eine Erwärmung der Isolierung auf etwa 250° C während 10 min darf ihr Zusammenhang nicht zerstört und ihre Durchschlagsfestigkeit um nicht mehr als 20% verringert werden. Diese Prüfung gilt als Typenprüfung für den Isolierstoff bzw. für den fertig isolierten Leiter, nicht aber für die fertige Maschine.

Die Grenzerwärmungen für Isolationsklasse B_H, wie sie sich auf Grund vorläufiger Vorschläge ergeben, gehen aus nachstehenden Tafeln hervor:

1. VDE 0530 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R. E. M."

§ 39, Tafel IVa. Grenzerwärmungen.

	I	II	III	IV	V
	Wicklungen mit Isolierung nach Klasse	A	B	B_H	C
1	Alle Wicklungen mit Ausnahme von 2	60°	80°	110°*)	Nur beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte Isolierteile
2	Einlagige Feldwicklungen allgemein, ebenso in Volltrommelläufern zweilagige Feldwicklungen	70°	90°	120°*)	

*) Im übrigen beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte weniger wärmebeständige Isolierteile
. . . . . .
. . . . . .
(weiter wie bisher)

2. VDE 0535 „Regeln für elektrische Maschinen und Transformatoren auf Bahn- und anderen Fahrzeugen R. E. B."[1]).

§ 39, Tafel IV. Grenzerwärmung von Maschinen auf dem Prüfstand.

	Wicklungen mit Isolierung nach Klasse		A	B	B_H	C
1	Dauerbetrieb	Widerstandszunahme	85°	105°	135°*)	Nur beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte Isolierteile
2		Thermometer . . .	65°	85°	110°*)	
3	Stundenbetrieb	Widerstandszunahme	100°	120°	150°*)	
4		Thermometer . . .	75°	95°	120°*)	

*) Im übrigen beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte weniger wärmebeständige Isolierteile
. . . . . .
. . . . . .
(weiter wie bisher)

Anhang, Tafel XV. Grenztemperaturen von Maschinen, die im Fahrbetrieb tunlichst nicht zu überschreiten sind.

	Wicklungen mit Isolierung nach Klasse		A	B	B_H	C
1	Normaler Betrieb	Widerstandszunahme	110°	130°	160°*)	Nur beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte Isolierteile
2		Thermometer . . .	90°	110°	135°*)	
3	Höchste Spitzenwerte	Widerstandszunahme	125°	145°	175°*)	
4		Thermometer . . .	100°	120°	145°*)	

*) Im übrigen beschränkt durch den Einfluß auf benachbarte weniger wärmebeständige Isolierteile
. . . . . .
. . . . . .
(weiter wie bisher)

[1]) Vgl. Neuentwurf ETZ 58 (1937) S. 81, 108, 139.

Digitized by Google

Neu erschienene Normblätter für Elektrotechnik.

DIN VDE-Normen.

DIN VDE 300 Bl. 1	Tastfinger zur Prüfung des Berührungsschutzes elektrischer Geräte (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN VDE 450	Gewinde für Schutzgläser und Kappen (2. Ausgabe, Juni 1937).
DIN VDE 451 Bl. 3	Gewinde für Schutzgläser und Kappen, Lehren für Glasdurchgang der Schutzgläser (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN VDE 501	Werkstoffe, Halbzeug aus Aluminium für Elektrotechnik. Technische Lieferbedingungen (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN VDE 3560	Elektroflurfördergeräte. Leitungen und Sicherungen (1. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN VDE 4910	Elektrowärmetechnik. Herdeinsätze (Herdkochplatten) (2. Ausgabe, Januar 1937).
DIN VDE 4916	Elektrowärmetechnik. Bratöfen, Abmessungen und Ausführung (1. Ausgabe, April 1937).
DIN VDE 6420	Aluminiumdraht, rund, gezogen (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN VDE 6421	Aluminiumstangen, rund, gezogen (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN VDE 6422	Aluminiumstangen, flach, für Sammel- und Anschlußschienen, gezogen (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN VDE 6423	Aluminiumrohr, nahtlos gezogen (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN VDE 7692 Bl. 2	Kegel-Endverschlüsse für Ein- und Mehrleiterkabel in Innenräumen, Spannungen bis 10000 V (3. Ausgabe, Januar 1937).
DIN VDE 8009	Starkstrom-Freileitungen, Vollkernisolatoren Reihe VK (2. Ausgabe, Mai 1937).
DIN VDE 9030 U	Isolierrohre mit gefalztem Mantel aus Messingblech oder verbleitem Eisenblech (1. Ausgabe, November 1936).

DIN-Normen.

DIN 406 Bl. 4	Zeichnungen, Maßeintragung. Kegel usw., Maßänderungen, Teilzeichen, Gewinde (2. Ausgabe, Mai 1937).
DIN 474 Vornorm	Zeichnungen. Zeichnungen für Druckzwecke, Zeichnungen zur Herstellung von Druckplatten und Bildstöcken (1. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN 1045	Bestimmungen für Ausführungen von Bauwerken aus Eisenbeton (3. Ausgabe, Mai 1937).
DIN 1050	Berechnungsgrundlagen für Stahl im Hochbau (2. Ausgabe, Juli 1937).
DIN 1055 Bl. 5	Belastungsannahmen im Hochbau. Verkehrslasten—Schneebelastung (1. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN 1314	Druckeinheiten (2. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN 1326	Formen elektrischer Entladungen in Luft und anderen Gasen und Dämpfen (Gasentladungen) (1. Ausgabe, September 1937).
DIN 1451	Engschrift, Mittelschrift, Breitschrift (1. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN 1709 Bl. 1	Messing, Benennung und Verwendung (3. Ausgabe, September 1937).
DIN 1709 Bl. 2	Messing, Gußstücke, Güte und Leistungen (2. Ausgabe, September 1937).
DIN 1788	Aluminiumblech, Aluminiumband, Aluminiumstreifen bis 5 mm Dicke kalt gewalzt, Technische Lieferbedingungen (1. Ausgabe, Juni 1937)
DIN 1794	Aluminiumrohr, nahtlos gezogen (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN 1795	Rohre aus Aluminiumlegierungen, nahtlos gezogen (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN 1796	Vierkantstangen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen, gezogen mit scharfen Kanten (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN 1797	Sechskantstangen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen, gezogen mit scharfen Kanten (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN 1798	Rundstangen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen, gezogen (1. Ausgabe, Juni 1937)
DIN 1799	Rundstangen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen, gepreßt (1. Ausgabe, Juni 1937).
DIN 1842	Anstrich von Werkzeugmaschinen. Farbton (1. Ausgabe, Februar 1937)
DIN 4520	Photographische Wiedergabe von Bild- und Schriftvorlagen, Formate (1. Ausgabe, August 1937).
DIN 6511 Vornorm	Mineralölerzeugnisse und verwandte Stoffe. Einteilung und Bezeichnung (1. Ausgabe, März 1937).
DIN 6512 Vornorm	Mineralölerzeugnisse und verwandte Stoffe. Alphabetisches Sachverzeichnis (1. Ausgabe, März 1937).
DIN 6556	Richtlinien für Schmiermittel, Isolieröl für Transformatoren und Schalter (2. Ausgabe, Februar 1937).
DIN 7711	Hartgummi. Technische Lieferbedingungen (1. Ausgabe, Februar 1937).
DIN 7712	Hartgummiplatten (1. Ausgabe, Februar 1937).
DIN 7713	Hartgummistangen, rund (1. Ausgabe, Februar 1937).

Kriegsmarine.

KM 5371 Bl. 1	Sicherungen 1 bis 60 A 500 V, mit und ohne Erhöhungsring für Befestigung auf Stromschiene (1. Ausgabe, Juni 1937).
KM 5371 Bl. 2	—, Isoliersockel (1. Ausgabe, Juni 1937).
KM 5371 Bl. 3	—, Sicherungssockel (1. Ausgabe, Juni 1937).
KM 5371 Bl. 4	—, Isoliersockel und Schraubkappen (1. Ausgabe, Juni 1937).
KM 5371 Bl. 5	—, Profilzapfen mit Erhöhungsring (1. Ausgabe, Juni 1937).
KM 6253 Bl. 1	Stanz-, Drück- und Ziehteile für Sicherungen 1 bis 60 A (1. Ausgabe, Juni 1937).
KM 6504 Bl. 1—3	Isolierstoffteile für Sicherungen 1 bis 60 A (1. Ausgabe, Juni 1937).
KM 6603 Bl. 1	Kontaktteile für Sicherungen 1 bis 60 A (1. Ausgabe, Juni 1937).

Kraftfahrbau.

DIN Kr 2320	Kraftradbatterien in Blockkasten, Nennspannung 6 V (2. Ausgabe, Juli 1937).
DIN Kr 2462	Flanschlager für Anlasser mit Fußeinrückung, Anschlußmaße (1. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN Kr 2551	Licht- und Anlasserleitungen, lackiert. Abmessungen und Prüfvorschriften (2. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN Kr 5575	Fernthermometer. Anschluß am Motorblock (1. Ausgabe, September 1937).

Luftfahrt.

DIN L 24	Rohre aus Aluminium- und Magnesium-Legierung (1. Ausgabe, Januar 1937).
DIN L 30 Bl. 1	Überwachungsgeräte, Anzeigegeräte, Gehäuse (1. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN L 30 Bl. 2	Überwachungsgeräte, Anzeigegeräte, Zifferblätter und Zeiger (1. Ausgabe, Dezember 1936).
DIN L 30 Bl. 3	Überwachungsgeräte, Anzeigegeräte, Einlegeringe, Dichtringe, Glasscheiben, Schraubringe (1. Ausgabe, Dezember 1936).

Röntgentechnik.

DIN RÖNT 8	Vorschriften für den Strahlenschutz in gewerblichen Radiumbetrieben (1. Ausgabe, Januar 1937).
DIN RÖNT 35	Bandfilme, Verstärkerfolien, Kasetten für Röntgenaufnahmen von Schweißnähten. Abmessungen (2. Ausgabe, Oktober 1936).

Die genannten Normblätter sind durch den Beuth-Verlag. G.m.b.H., Berlin SW 19, Dresdener Straße 97, zu beziehen.

Sonderkartei VDE-Schrifttum.

Wie in H. 29 der ETZ 58 (1937) S. 801 bekanntgegeben wurde, befindet sich ein Auszug aus der von der Informationsstelle für technisches Schrifttum der TH Berlin herausgegebenen „Literaturkartei Elektrotechnik" in Vorbereitung, der das Schrifttum des VDE vom Jahre 1937 an umfaßt. Es handelt sich bei dieser „Sonderkartei VDE-Schrifttum" um in Karteiform herausgegebene Inhaltsangaben der Originalaufsätze aus der „ETZ", dem „Archiv für Elektrotechnik" und den „VDE-Fachberichten". Referate, Diskussionsbeiträge, Buchbesprechungen usw. sind nicht berücksichtigt.

Mit dem Erscheinen der ersten Lieferung kann im November gerechnet werden, jedoch wird der Jahrgang 1937 beschleunigt herausgegeben, so daß angestrebt wird, bereits Anfang nächsten Jahres mit der Bearbeitung des Schrifttums 1938 zu beginnen. Es sind monatliche Lieferungen vorgesehen.

Digitized by Google

Wir machen auf diese Einrichtung hierdurch nochmals aufmerksam. Sie soll den Beziehern die Auswertung des VDE-Schrifttums erleichtern. Die Lieferung erfolgt kostenlos, jedoch ist von den Beziehern vor Beginn jedes Jahrgangs als Ersatz für die Portoaufwendungen ein Betrag von RM 1,— mit dem Vermerk „Für Sonderkartei VDE-Schrifttum" auf das Postscheckkonto des VDE Berlin 213 12 zu überweisen. Für diesen Betrag wird keine besondere Rechnung ausgestellt, so daß also nur Bestellungen ausgeführt werden, für die er vorher eingegangen ist. Vor Erscheinen des Jahrgangs 1938 erfolgt rechtzeitig eine Ankündigung in der ETZ.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betr.: Geschäfts- und Prüfordnung der VDE-Prüfstelle.

Die bisherige Satzung und die Geschäftsordnung der VDE-Prüfstelle sind im Hinblick auf die seit ihrer Aufstellung eingetretenen neuen Verhältnisse und die dadurch bedingte Änderung der Satzung des VDE einer Neubearbeitung unterzogen worden. Die neuen Fassungen wurden vom Vorsitzenden des VDE genehmigt und treten als

„Geschäftsordnung der Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker" und

„Prüfordnung der Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker"

am 1. 10. 1937 in Kraft.

Den Inhabern von Prüfzeichengenehmigungen werden die notwendigen Unterlagen von der VDE-Prüfstelle in Kürze ohne besondere Aufforderung übermittelt werden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Leitungstelegraphie und -telephonie". Leiter: Professor K. Küpfmüller VDE.

Vortrag

des Herrn Dr. G. Wuckel VDE, Berlin, am Donnerstag, dem 7. Oktober 1937, um 20^{00}, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal HG 25, über das Thema:

„Physik des Fernsprechkabels bei höheren Frequenzen".

Eintritt und Kleiderablage frei.

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Danzig. 7. 10. (Do), 20^{00}, T. H.: „Fortschritte in der Beleuchtung von Arbeitsräumen unter besonderer Berücksichtigung von Metalldampflampen" (m. Lichtb. u. prakt. Vorführ.). Dipl.-Ing. Stege.

VDE, Bezirk Halle. 4. 10. (Mo), 20^{15}, Stadtschützenhaus: „Selbststeuerungen im Betrieb neuzeitlicher Wasserkraftanlagen" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Stössinger.

VDE, Bezirk Niederschlesien, Hirschberg. 4. 10. (Mo), 20^{00}, Strauss' Hotel: „Neue Werkstoffe in der Elektrotechnik". Obering. Burmeister.

VDE, Bezirk Niederschlesien, Breslau. 5. 10. (Di), 20^{00}, T. H.: „Neue Werkstoffe in der Elektrotechnik". Obering. Burmeister.

VDE, Bezirk Ostpreußen, Königsberg. 4. 10. (Mo), 20^{00}, Handelshochschule: „Die neuzeitliche Entwicklung der Lichttechnik". Dr. Köhler.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Max Körting. — Am 19. 9. konnte Herr Generaldirektor Max Körting VDE bei bester Gesundheit seinen 75. Geburtstag feiern. In Leipzig als Sohn eines Bautischlers geboren,

M. Körting.

mußte er sich frühzeitig nach dem Tode seines Vaters seinen Lebensunterhalt selbst verdienen. Als Mechaniker arbeitete der junge Körting in verschiedenen Werkstätten des Auslandes und anschließend in den Zeiss-Werken in Jena. In seiner Heimatstadt gründete er dann mit Wilhelm Mathiesen am 1. 8. 1889 eine Bogenlampenfabrik, aus der später die Körting & Mathiesen Aktiengesellschaft hervorging. Zu seinem 70. Geburtstag konnte an dieser Stelle[1]) bereits auf die Verdienste hingewiesen werden, die er sich um die Leipziger Technische Messe und besonders um das Haus der Elektrotechnik erworben hat. Sein Leben gilt seinem Werk, das er mit reichem Können und unternehmender Tatkraft zu einem achtunggebietenden Unternehmen entwickelt hat.

Jubiläum. — Der technische Leiter und Mitarbeiter der elektrotechnischen Spezialfirmen Krieger & Faudt, Berlin, und C. Erfurth, Berlin, Herr Hermann Faudt konnte am 30. 9. 1937 sein 40 jähriges Arbeits-Jubiläum begehen. Herr Faudt, der auch Mitglied des Vorstandes der Technischen Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe ist, hat wesentlichen Anteil an der heutigen Bedeutung der genannten Firmen.

Hochschulnachrichten. — Herr Dr.-Ing. Heinrich Steinmann VDE, Oberregierungsrat im Reichsluftfahrtministerium, wurde zum Honorarprofessor für Kraftanlagen und Fernleitungen in der Wehrtechnischen Fakultät der Technischen Hochschule Berlin ernannt. Prof. Steinmann, der heute im 39. Lebensjahr steht, zeichnete sich bereits in jungen Jahren als Kriegs- und Grenzschutzflieger, als Segelflieger und Konstrukteur aus. Nach seinem Studium an der T. H. Braunschweig erbaute er die Anlagen der Deutschen Verkehrsfliegerschule in Braunschweig. Seine technischen und wissenschaftlichen Forschungsarbeiten fanden ihren Niederschlag in zahlreichen größeren Konstruktionen, Bauten, Planungen und Patenten. Prof. Steinmann ist an der Errichtung der Bodenorganisation der Luftwaffe maßgeblich beteiligt und verantwortlicher Referent für alle elektrotechnischen und maschinellen Anlagen. Seine Forschungsarbeiten und Planungen auf dem Gebiete der Energiewirtschaft finden in Fachkreisen größte Beachtung.

[1]) ETZ 53 (1932) S. 999.

Digitized by Google

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 317

Elektrische Meßtechnik I. Gleichstrommeßtechnik. Von Dr. W. Schwerdtfeger. (Lehrbücher der Feinwerktechnik Bd. 2. Herausg. v. Dr. K. Gehlhoff.) Mit 126 Abb., 47 Tabellen, VIII u. 199 S. im Format A 5. C. F. Winter'sche Verlagshandlung, Leipzig 1937. Preis kart. 6,90 RM.

Nach einem einleitenden Abschnitt über elektrische Maßeinheiten und Normale für Spannung, Widerstand, Kapazität und Induktivität werden die wichtigsten Verfahren und Hilfsmittel zur elektrischen Spannungs-, Strom-, Widerstands-, Leistungs- und Arbeitsmessung für Gleichstrom behandelt. Auf konstruktive Einzelheiten der Meßgeräte wird nicht eingegangen, dafür aber das Grundsätzliche altbewährter Meßverfahren eingehend erläutert.

Unter Beachtung und Hervorhebung der gesetzlichen Bestimmungen und VDE-Vorschriften für Meßgeräte werden typische Aufgaben der Gleichstrom-Meßtechnik behandelt und mit einfachen mathematischen Hilfsmitteln Grundgleichungen aufgestellt, die den Einfluß der zahlreichen Fehlerquellen auf die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Endergebnisses einer Messung erkennen lassen. Hierdurch hebt sich das vorliegende Buch aus der Vielzahl ähnlicher Werke heraus. Es beschäftigt sich wirklich mit der Technik des Messens und gibt Jungingenieuren Mittel und Übungsbeispiele an die Hand, deren sorgfältige Durcharbeitung die Fähigkeit zur kritisch-selbständigen Anwendung der Meßverfahren und Meßgeräte entwickelt. Ein Schlußkapitel über das ballistische Galvanometer gibt mathematisch veranlagten Lesern Gelegenheit, die Grundeigenschaften dieses für Kapazitäts-, Induktivitäts- und magnetische Messungen wichtigen Meßgerätes zu studieren.

Insgesamt kann das in erster Auflage vorliegende Werk als ein empfehlenswerter Grundstein zu einer kurzgefaßten praktischen Meßtechnik bezeichnet werden. Einen wirklich großen Benutzerkreis wird das Buch aber erst dann finden, wenn es das große Gebiet der Betriebsmessungen eingehend berücksichtigt, wo höchste Meßgenauigkeit häufig entbehrlich, dagegen große Zuverlässigkeit innerhalb gewisser Meßgenauigkeitsgrenzen, einfachste Meßanordnung, leichteste Handhabung, Vermeidung jeglicher Rechenarbeit u. a. von höchster Bedeutung sind. M. Fölmer VDE.

621. 34 : 621. 9

Der Elektromotor für die Werkzeugmaschine. Von Dipl.-Ing. O. Weidling. (Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Konstrukteure und Facharbeiter, Heft 54.) Mit 64 Abb. u. 57 S. im Format 155 × 225 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1935. Preis geh. 2 RM.

Das Buch will den Konstrukteuren und Betriebsfachleuten die Kenntnis der Eigenheiten der elektrischen Motoren und Apparate, soweit sie für den Antrieb von Werkzeugmaschinen in Betracht kommen, vermitteln. Dies ist dem Verfasser durch die einfache, leicht verständliche Erläuterung der Betriebseigenschaften der verschiedenen Elektromotoren und durch zahlreiche, zweckmäßig ausgewählte und dargestellte Schaltskizzen und Abbildungen vollauf gelungen. Nach kurzen allgemeinen Angaben über die Stromarten werden die verschiedenen Gleichstrom- und Drehstrommotoren im einzelnen beschrieben, wobei ihre Schaltung, die Art des Anlassens und die Betriebseigenschaften erläutert werden. Die für Werkzeugmaschinen besonders wichtigen Eigenschaften der Drehzahlregelung und Bremsung werden ausführlicher behandelt. In einer Zusammenfassung werden für jede Motorenart die Vorteile und Nachteile ihrer Eigenschaften für den Werkzeugmaschinenantrieb zusammengestellt. Für Werkzeugmaschinen mit großem Regelbereich und feinstufiger Regelung ist hiernach der Gleichstromregelmotor die vollkommenste Antriebsmaschine, während für alle Maschinen, die keine Drehzahlregelung erfordern, oder wo eine grobstufige Regelung genügt, der Drehstrommotor mit Käfigläufer am wirtschaftlichsten ist. In einer neuzeitlichen Betriebswerkstatt müssen deshalb Gleichstrom und Drehstrom zur Verfügung stehen, um der Werkzeugmaschine die Stromart zur Verfügung zu stellen, die sie zur vollen Ausnutzung ihrer Leistungsfähigkeit verlangt. Die Umformung von Drehstrom in Gleichstrom ist durch die einfachen und betriebssicheren Gleichrichter wirtschaftlich gerechtfertigt. In einem besonderen Abschnitt ist die Umformung insbesondere durch Gleichrichter beschrieben.

Ein weiterer Abschnitt behandelt die Bauformen der Elektromotoren, die bei Werkzeugmaschinen zur Erzielung eines organischen, formschönen Zusammenbaues und eines kurzen Kraftweges angewandt werden. Dieser Abschnitt ist für den Konstrukteur von besonderem Interesse.

Für den Betriebsbeamten in der Werkstatt sind die Abschnitte über die Auswahl und Bemessung der Leitungen und die Erläuterung der Störungsursachen und deren Beseitigung sehr wertvoll. Das Buch ist für die Praxis geschrieben und kann allen Fachleuten, die mit der Auswahl des Antriebes und dem Betrieb von Werkzeugmaschinen zu tun haben, empfohlen werden. R. Scharll VDE.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Elementi di Radiotecnica Generale ad uso di ingegneri, tecnici e studenti. Von C. Rimini. Mit 383 Abb., XX u. 566 S. im Format B 5. Verlag N. Zanichelli, Bologna 1935. Preis geh. 60 L.

[Da ein gutes italienisches Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie fehlte, füllt dies sorgfältig abgefaßte Buch eine Lücke aus. Bei der Behandlung des Stoffes geht der Verfasser in klarer Weise auch auf die schwierigeren Fragen ein, so daß das Werk dem Verfasser eine Prämie der Kgl. ital. Akademie eintrug.] *Rtz.*

Metallfärbung. Die wichtigsten Verfahren zur Oberflächenfärbung und zum Schutz von Metallgegenständen. Von H. Krause. 2., vollst. neu bearb. u. verm. Aufl. Mit VII u. 183 S. im Format 155 × 240 mm. Verlag J. Springer, Berlin 1937. Preis geh. 7,50 RM, geb. 8,80 RM.

Berichtigungen.

In dem Bericht des Herrn Dipl.-Ing. Köhns, Reichshauptstellenleiter im Hauptamt für Technik in der Reichsleitung der NSDAP., München, über seine Ausführungen anläßlich der Königsberger VDE-Tagung [ETZ 58 (1937) H. 35, S. 946] sind durch Hörfehler einige Unrichtigkeiten entstanden. Herr Köhns hat nicht von den Segnungen des „Kulturwerkes", sondern des „Kulturgutes" Elektrizität gesprochen. Am Ende des ersten Absatzes muß es nicht „seelisch", sondern „allein" heißen. Auf S. 947, linke Spalte, 11. Zeile von oben müssen die Worte „als der Wunsch von" wegfallen. Es muß heißen „Von dem Reichswalter des NSBDT., Herrn Dr. Todt".

Ferner werden wir freundlicherweise darauf aufmerksam gemacht, daß der Leiter der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Herr Dipl.-Ing. Zschintzsch, am Schluß seiner Ausführungen (S. 948, linke Spalte) an Stelle der Worte „Einsetzen einer Prüfungsstelle des VDE" gesagt hat: „Einsetzen einer allen Anforderungen genügenden Prüfstelle des VDE . . .".

In dem Bericht „Gebührenzählung während der Ferngespräche" in H. 38 der ETZ 1937, S. 1039, muß der Name des Verfassers des Aufsatzes lauten: J. Boysen.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Postrat Dr.-Ing. G. Krawinkel, Berlin-Tempelhof, Höpfnerstr. 36a.
Dr.-Ing. K. Kohler, Karlsruhe i. B., Hohenzollernstr. 7.
Dipl.-Ing. K. Lüdde, Mag. Baurat, Breslau 17, Frankfurter Str. 189/195, Städt. Straßenbahn.
Dr. H. Schimank, Hamburg-Fuhlsbüttel, Im grünen Grund 5.
Dipl.-Ing. H. Birett, Berlin-Charlottenburg, Tegeler Weg 25.

Abschluß des Heftes: 23. September 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 7. Oktober 1937 | Heft 40

Das Elektromotorschiff „Wuppertal".

Von Guntram Lesch VDE und Fr. Prüß, Mannheim.

621. 34. : 629. 123

Übersicht. Die erste dieselelektrische Drehstrom-Schiffsantriebsanlage auf dem Frachtschiff „Wuppertal" wird beschrieben und der Vorteil des dieselelektrischen Antriebes in bezug auf Raumordnung, Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit erläutert.

Das neue Elektromotorschiff „Wuppertal" der Hamburg-Amerika-Linie machte seine Probefahrt Ende September 1936. Seitdem hat es mehrmals die viermonatige Reise nach Australien und zurück ohne Störung unternommen. Die ganze elektrische Anlage wurde von Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim, entworfen und ausgeführt.

Das Frachtschiff „Wuppertal" (Abb. 1) hat eine Tragfähigkeit von etwa 10 000 t bei einem Bruttoraumgehalt von 6700 Registertonnen. Die Reisegeschwindigkeit des Schiffes ist 15 Knoten bei einer Höchstgeschwindigkeit von 16 Knoten mit vollem Tiefgang. Das Schiff dient dem Australdienst, bei dem für die Ausreise meistens nur wenig Ladung zur Verfügung steht und deshalb mit verminderter Geschwindigkeit in Ballast gefahren wird, während heimkommend wertvolle Fracht, wie Wolle, Blei, Mehl, Getreide u. dergl. befördert wird, für die der Wettbewerb mit anderen Linien kürzere Reisedauer verlangt.

Abb. 1. Die „Wuppertal" beim Laden in Rotterdam.

Die Hauptantriebsanlage umfaßt:

drei einfachwirkende, siebenzylindrige, kompressorlose Zweitakt-Dieselmotoren in Tauchkolbenbauart der MAN, Augsburg, mit je 2600 PSe bei 250 U/min,

drei Drehstrom-Synchrongeneratoren mit je 1900 kVA, 2000 V, 50 Hz, 250 U/min,

einen Schraubendoppelmotor, bestehend aus dem Hauptmotor, einem Synchronmotor mit 6800 WPS (5000 kW), 125 U/min bei 50 Hz und

dem Hilfs- oder Nebelmotor, einem Asynchronkurzschlußläufermotor mit 900 WPS, 62,5 U/min bei 39 Hz.

Die Vorteile des dieselelektrischen Antriebs.

Die „Wuppertal" ist das erste dieselelektrische Schiff mit einer so großen Leistung, bei dem die elektrische Übertragung mit Drehstrom geschieht. Die Ausführung einer solchen Anlage wurde vielfach als unmöglich und unbrauchbar geschildert[1]). Den vor nunmehr schon sieben Jahren gemachten und in einer Versuchsanlage vorgeführten Vorschlägen ist es zu verdanken[2]), daß mit solchen Anlagen dem Schiffsmaschinenbau eine neue aussichtsreiche Antriebsmöglichkeit gegeben wurde.

Bei 3000 bis 5000 PS Antriebsleistung je Welle hat sich der unmittelbare Dieselmotorantrieb mit bestem Erfolg in der Handelsschifffahrt eingeführt und macht dieses Gebiet seit langem der Kolbendampfmaschine streitig, zumal sich an vielen Hauptplätzen die Preisspanne zwischen Dieseltreiböl und Kesselheizöl zugunsten des Dieselmotors auswirkt.

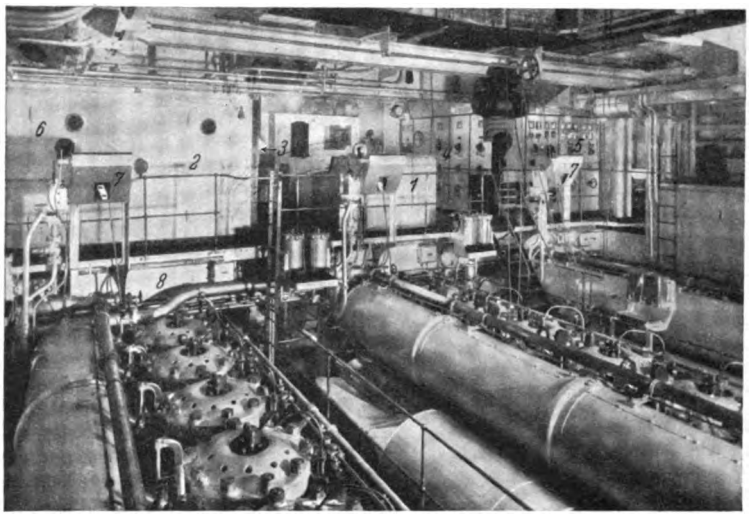
Für Schiffe mit größerer Vortriebsleistung ist es bei Verwendung des Dieselantriebes notwendig, die Leistung auf zwei Wellenleitungen und zwei Schrauben aufzuteilen oder die Motoren über Getriebe oder unter Zwischenschaltung einer Flüssigkeitskupplung oder mit beiden mit der Schraubenwelle zu verbinden. Zwar vermag der doppeltwirkende Zweitaktmotor auch solche Gesamtleistungen in einer Einheit zu bewältigen, doch sind bei den großen Zylinderabmessungen wegen der starken Wärmebeanspruchungen im Dauerbetrieb und noch mehr beim Umsteuern die Wartungs- und Instandhaltungskosten hoch, so daß die Handelsschiffahrt mit ihrem ausgesprochenen Dauerbetrieb sie ungern in Kauf nimmt. Auch können bei Störungen im Getriebe oder beim Einmotorschiff schon durch Ausfall eines Zylinders unliebsame Aufenthalte entstehen. Die Einschraubenanordnung bietet anderseits gegenüber dem Zweiwellenschiff den er-

[1]) Z. B. Robinson, Electric Ship Propulsion, New York 1922.
[2]) DRP. 623 369, auch Mitzlaff, Dieselelektrischer Schiffsantrieb, System Brown Boveri, ETZ 53 (1932) S. 1146.

Digitized by Google

heblichen Vorteil, daß der Fahrwiderstand, der durch die Anhänge für die Wellenaustritte hervorgerufen wird, geringer und die Steuerfähigkeit besser ist. Auch der hintere Laderaum wird beim Einwellenschiff günstiger. Bei elektrischer Übertragung wird dadurch, daß man den Motor ganz hinten aufstellt und ihn nur durch Kabel mit der Krafterzeugungsanlage verbindet, der die hinteren Laderäume unliebsam auftrennende Wellentunnel entbehrlich. Die Räume werden nicht nur größer, sondern auch geräumiger und für die Ladung sperrigen Gutes benutzbar. Die Ladung läßt sich besser stauen, und z. B. bei Schüttladung können Greifer bis untenhin ungehindert arbeiten.

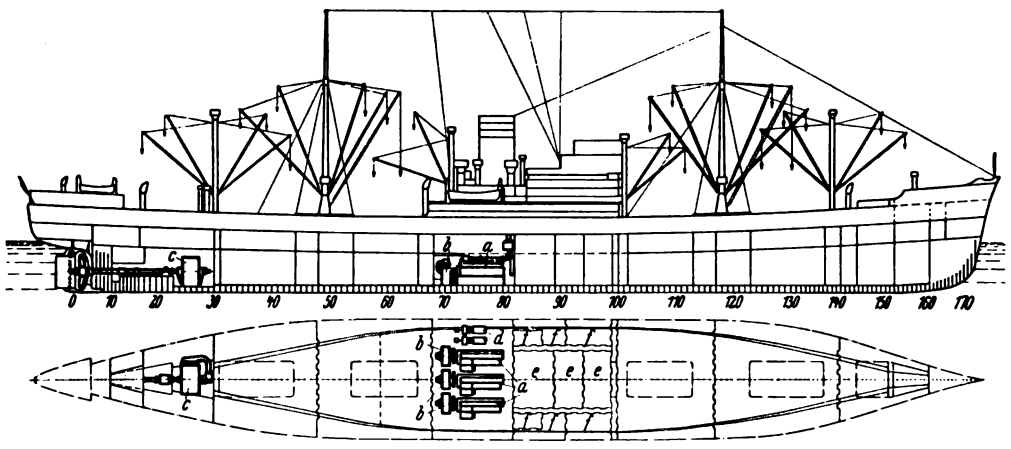
Auch der Hauptmaschinenraum läßt sich beim Elektromotorschiff günstiger gestalten. Die Dieselmotoren nebst Generatoren erlauben eine gedrängtere Anordnung, als sie ein Getriebe ermöglicht hätte. Ihre Aufstellung ist überhaupt nicht an einen bestimmten Platz gebunden wie beim unmittelbaren oder beim Getriebeantrieb, wo die Aufstellung der Hauptmaschinen durch die Lage der Schraubenwelle bedingt ist. Die Schaltanlage kann unabhängig von der Maschinenaufstellung dort untergebracht werden, wo es günstige Raumausnutzung, Übersichtlichkeit und Zugänglichkeit erfordern. So ergab sich auf der „Wuppertal" ein auffallend kleiner, aber übersichtlicher, heller und luftiger Maschinenraum (Abb. 2 u. 3). Die Bedienung der ganzen Anlage, d. h. sämtliche elektrischen Schalt- und Manövriereinrichtungen und Meßgeräte sowie die Anlaß- und Regeleinrichtungen der Dieselmotoren nebst den Beobachtungsgeräten für Kühlwasser, Schmieröl, Spülluft, Anlaßluft, Regleröldruck, Auspufftemperatur ist auf eine Bühne in Höhe der Zylinderköpfe verlegt, wo sich auch die ganze Schaltanlage befindet und von wo aus man sämtliche 21 Dieselzylinder gut übersieht. Wenn die dieselelektrische Maschinenanlage schließlich wohl etwas schwerer ausfiel als eine Dieselgetriebeanlage, so wurde ihr Preis doch nicht höher.



1 Leitstand
2 Hochspannungsraum
3 zur Betätigung der Hochspannungsschalter
4 Schalttafel für die Erregerumformer
5 Drehstrom-Niederspannungsschalttafel
6 Raum der Fahrtwender
7 Rückseite der Anlaßeinrichtung für die Dieselmotoren
8 Lage des Drehstromgenerators

Abb. 2. Blick auf den Maschinenleitstand.

Die elektrische Leistungsübertragung erlaubt die Krafterzeugungsanlage beliebig zu unterteilen und bietet vollkommen freie Wahl der Dieselmotor- und der Schraubendrehzahl, da praktisch jedes in Betracht kommende Übersetzungsverhältnis elektrisch ausführbar ist. Man hat es daher in der Hand, schnellaufende Motoren mit einer günstigen langsamlaufenden Schraube zu verbinden. Dem Dieselmotor wird damit auch in der Handelsschifffahrt das Anwendungsgebiet höherer Wellenleistungen eröffnet. Die Aufteilung der Gesamtleistung der Ersterzeuger auf drei oder nötigenfalls noch mehr Einheiten ergibt vermehrte Betriebssicherheit und Reserve. Bei Störungen in einer Maschine kann diese ohne Unterbrechung der Fahrt ausgeschaltet, stillgesetzt und während der Fahrt überholt werden. Das Ausbauen der durch die Unterteilung und die höhere Drehzahl bedeutend kleiner gewordenen Kolben kann in wesentlich kürzerer Zeit[3]) und mit einfacheren Mitteln gemacht werden als bei einem langsamlaufenden, unmittelbar gekuppelten Dieselmotor gleicher Gesamtleistung. Gegenüber diesem und gegenüber der gleichfalls eine gewisse, aber nicht so weitgehende Unterteilung ermöglichenden Getriebeanlage hat die elektrische Übertragung den nicht hoch genug einzuschätzenden Vorteil, daß die Umsteuerung der Schiffsschraube vom elektrischen Teil übernommen wird. Die Dieselmotoren werden nur bei Betriebsbeginn leer angefahren und laufen bei allen Maschinenmanövern in derselben Drehrichtung durch. Sie bleiben daher von den starken Temperaturbeanspruchungen beim Einblasen der kalten Anfahrluft verschont. Dies ist für die Betriebsführung, Fahrbereitschaft und die Wirtschaftlichkeit des Schiffes einer der Hauptvorteile der elektrischen Übertragung[4]). Außerdem können die Luftpumpen und die



Länge über alles	151,80 m
Größte Breite auf Spanten	18,70 „
Seitenhöhe bis Hauptdeck	9,12 „
Tiefgang auf Sommerfreibord	7,95 „
Größte Geschwindigkeit	16 Kn

Maschinenanlage:

a Hauptdieselmotoren
b Hauptstromerzeuger
c Schrauben-Hauptmotor und -Nebelmotor
d Hilfsdieselmotoren mit Stromerzeugern
e Behälter für Treib- bzw. Süßöl
f Behälter für Treiböl

Abb. 3. Längsschnitt und Raumplan der „Wuppertal".

[3]) Bleicken, Elektromotorschiff „Wuppertal". Werft Reed. Hafen 18 (1937) H. 8, S. 101.
[4]) Siehe Fußnote 3.

Digitized by Google

Preßluftbehälter erheblich kleiner gehalten werden, da keine Preßluft zum Manövrieren erforderlich ist.

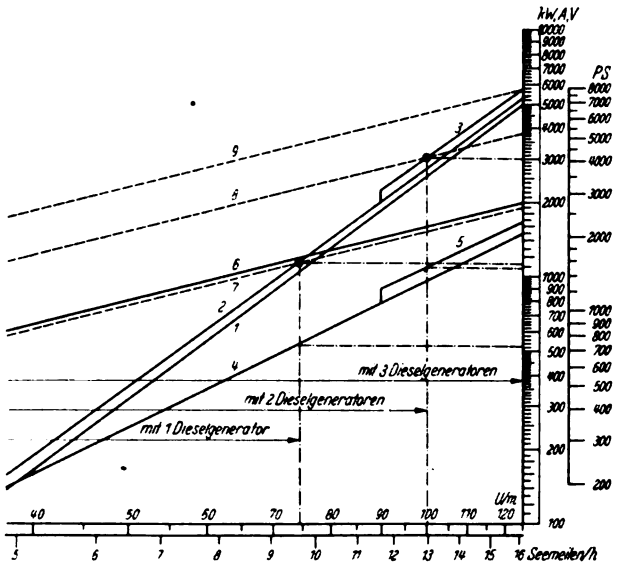
Wirtschaftlichkeit.

Bei Schiffen, die häufig längere Strecken mit verminderter Geschwindigkeit fahren müssen, wird durch die Unterteilung auch die Wirtschaftlichkeit merklich gehoben: niedrigere Fahrtstufen können mit nur einer oder zwei Erstmaschinen gefahren werden, die dann gut belastet sind, besseren mechanischen Wirkungsgrad und geringeren Brennstoffverbrauch haben. Auch der Schmierölverbrauch sowie die Notwendigkeit der Wartung und Überholung der Dieselmotoren gehen durch dieses wechselweise Stillsetzen merklich herunter.

Die Geschwindigkeit des Schiffes wird bei Drehstromantrieben durch Ändern der Frequenz, also der Dieseldrehzahl, geregelt. Beim Schiffsschraubenantrieb wächst die Leistung ungefähr mit der dritten Potenz der Drehzahl. Die mechanischen Verluste der Dieselmotoren und die Verluste der elektrischen Maschinen steigen ebenfalls mit der Schraubendrehzahl, aber mit einer Potenz, deren Exponent kleiner als drei ist. Somit erreicht der Wirkungsgrad der Gesamtanlage jedesmal dann einen Höchststand, wenn die jeweils in Betrieb befindlichen Maschinen bis zu der bei der betreffenden Drehzahl erreichbaren Höchstgrenze ausgenutzt sind. Bei den Dieselmotoren ist diese Grenze durch das sich aus dem höchstzulässigen mittleren Druck ergebende Drehmoment, bei den Generatoren, sofern man die Spannung verhältnisgleich der Drehzahl steigert, durch die Strombelastung gegeben. Bei Schiffsantrieben mit nur einer Kraftmaschine ist dieser Punkt günstigsten Wirkungsgrades nur einmal, nämlich bei Höchstleistung und Höchstdrehzahl erreichbar, wobei es gleichgültig ist, ob die Maschine unmittelbar oder über mechanische Getriebe oder elektrisch mit der Schraube gekuppelt ist. Bei einer z. B. dreifach unterteilten Anlage gibt es drei wirtschaftlich günstige Betriebspunkte, so daß der Maschineneinsatz praktisch stets dem Fahrprogramm angepaßt werden kann.

Die Abb. 4 zeigt, wie die Maschinenzahl richtig im Betrieb eingesetzt werden kann. Die Abbildung hat beiderseits logarithmisch geteilte Koordinaten, bei denen alle Veränderlichen gerade Linien werden[5]).

Schon für die häufig vorkommende Fahrt mit 13 Seemeilen je Stunde kann ein Hauptdieselmotor stillgesetzt werden. Geschwindigkeiten unter etwa 9½ Seemeilen je Stunde können mit einem einzigen Dieselmotor gefahren werden. Die Dieselmotoren lassen sich bis auf 80 U/min herunterregeln, so daß mit dem Hauptmotor noch eine Geschwindigkeit von 5 Knoten gefahren werden kann. Beim Umlegen auf den Hilfsmotor wird dessen Bereich von 8 bis 3 Knoten ausgenutzt. Dieser Hilfs- oder Nebelmotor wird für länger dauernde Langsamfahrt benutzt, also im Revier oder im Nebel oder wenn sonst langsam gefahren werden soll, um zu bestimmter Tagesstunde in einen Hafen zu kommen. Gleichzeitig stellt er natürlich eine Aushilfe für den Hauptmotor dar.



1 vom Schraubenmotor abgegebene Leistung
2 von den Dieselmotoren abgegebene Leistung
1—2 Verluste im elektrischen Teil der Anlage
2—3 an das Schiffsnetz abgegebene Leistung
4 Ständerstrom des Motors
4—5 Strom für das Schiffsnetz
6 Spannung
7 Leistung eines Dieselmotors } bei gleichbleibendem
8 „ von zwei Dieselmotoren } mittleren Druck im
9 „ von drei Dieselmotoren } Zylinder

Abb. 4. Leistungslinien des Schraubenantriebes.

Die notwendigerweise in den elektrischen Maschinen auftretenden Verluste scheinen den elektrischen Antrieb wirtschaftlich in Nachteil zu bringen. Tatsächlich sind aber bei voller Leistung die elektrischen Verluste nur 5 bis 6 %. Eine Doppelgetriebeanlage würde nicht viel weniger beanspruchen, aber bei Teillast, die hier doch sehr viel und langdauernd vorkommt, von Nachteil sein, weil die Getriebeverluste und der Schmierölverbrauch des Getriebes beim Abschalten eines Motors kaum abnehmen. Außerdem werden bei der elektrischen Übertragung die etwa 3 bis 5 % betragenden Verluste der langen Wellenleitung erspart. Die Zahlentafel 1 zeigt für einen unmittelbaren Dieselantrieb, eine Dieselgetriebe- und eine Dieselelektroanlage die Größe der Verlustanteile bei verschiedenen Fahrtstufen. Der Vergleich der in der Diesel-

[5]) Diese Darstellung hat dementsprechend den großen Vorteil, daß sie schnell und genauer gezeichnet werden kann und daß sich zusätzliche Linien besser einfügen lassen. Auch können Nebenwerte, wie Wirkungsgrade, Verlustanteile usw., mit dem Zirkel abgegriffen werden.

Zahlentafel 1.

		16 Knoten 125 U/min			13 Knoten 100 U/min			11 Knoten 85 U/min			9 Knoten 70 U/min			6½ Knoten 50 U/min		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Eingesetzte Maschinenanzahl:		1	2	3	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Nutzleistung an der Schraubenwelle	WPS	6800	6800	6800	3400	3400	3400	2180	2180	2180	1225	1225	1225	450	450	450
	kW	5000	5000	5000	2500	2500	2500	1600	1600	1600	900	900	900	330	330	330
Verluste: Stevenrohr und Wellenleitung	kW	200	200	50	145	145	36	112	112	28	84	84	21	50	50	13
Verluste: Getriebe	kW		160			100			62			40			17	
Verluste: Motor	kW			140			70			50			37			23
Verluste: Kabel	kW			10			5			3			2			1
Verluste: Generator	kW			150			68			46			30			14
Leistung an der Dieselmotorkupplung	kW_e	5200	5360	5350	2645	2745	2679	1712	1774	1727	984	1024	990	380	397	381
	PS_e	7050	7300	7250	3600	3730	3640	2325	2410	2345	1340	1390	1347	516	540	517

A 1 langsamlaufender unmittelbar gekuppelter Dieselmotor — η mech. bei Vollast u. voller Drehzahl = 80 %

B 2 schnellaufende über Getriebe lösbar gekuppelte Dieselmotoren — η „ „ „ „ „ = 80 %; η Getriebe bei Vollast = 97 %

C 3 schnellaufende Dieselmotoren mit elektrischer Übertragung — η mech. bei Vollast u. voller Drehzahl = 80 %; η elektr. bei Vollast = 94,4 %

Digitized by Google

motorkupplung aufzubringenden Leistung (PSe) läßt schon deutlich erkennen, daß der elektrische Antrieb den Wettbewerb mit den beiden anderen Arten gut aufnehmen kann. Wesentlich zugunsten des elektrischen Antriebes verschiebt sich das Bild, wenn man die mechanischen Verluste der Dieselmotoren mit in Rechnung setzt; wegen des flachen Verlaufes der Verlustlinie bei veränderlicher Drehzahl spricht der Vergleich der indizierten Pferdestärken, die für den Treibölverbrauch maßgebend sind, dann eindeutig für den unterteilten elektrischen Antrieb.

Neben dem Treibölverbrauch ist die Bedeutung des geringeren Schmierölverbrauches zu beachten, vor allem auch gegenüber der Getriebeanlage, da das Getriebe großen Schmierölbedarf hat, wozu noch die Mehraufwendungen für Getriebeölpumpe nebst Rohrleitungen, Filtern und dgl. kommen. Der geringere Schmierölbedarf der elektrischen Übertragung bringt weiter mittelbare Vorteile beim Bau des Schiffes in Form kleinerer Vorratsbehälter mit sich. Eine Verkleinerung der Schmierölbehälter ist eine fühlbarere Bauerleichterung als eine in Kubikmetern gleiche Verkleinerung der Treibölbunker.

Wahl der Stromart.

Neben den bekannten turboelektrischen Schiffshauptmaschinen[6]) (in Deutschland „Scharnhorst" und „Potsdam") ist seit Jahren schon eine ganze Reihe dieselelektrischer Anlagen gebaut worden[7]). Nur wenige dieser Anlagen kommen über 2000, keine über 4000 PS je Welle hinaus. Es sind neben einigen mittelgroßen Schiffen in der Hauptsache Sonderfahrzeuge, wie Fähren, Jachten, kleinere Tankschiffe, Schlepper, Baggerfahrzeuge, Schwimmkrane, Feuerlöschboote und dgl. Alle diese Schiffe sind, soweit bekannt, mit Gleichstromanlagen ausgerüstet. Die Gleichstromübertragung, die hauptsächlich wegen der guten Manövriereigenschaften (Leonardschaltung) günstig ist und bei den erwähnten Anlagen mit gutem Erfolg angewandt wird, kam für „Wuppertal" nicht in Frage, da hierfür die Leistung zu groß ist. Es würden große und teuere Maschinen notwendig gewesen sein, die zudem noch mit empfindlichen Stromwendern und vielen kommutierenden Bürsten behaftet wären. Die beschränkte Höhe der Spannung bedingt hohe Stromstärke und damit schwere und teuere Schaltgeräte und Kabel. Die Drehstromübertragung vermeidet dagegen jegliche bewegliche Wicklung und Zuleitung für den der Leistung entsprechenden Hauptstrom und gestattet günstigste Wahl der Spannung und Stromstärke. Der Wirkungsgrad und damit die Wirtschaftlichkeit sind wesentlich besser, aber auch die Kühlung der Maschinen ist einfacher als bei Gleichstrom, zumal wenn für den Hauptmotor eine Synchronmaschine verwendet wird.

Die Spannung der Hauptmaschinen auf der „Wuppertal" beträgt bei voller Geschwindigkeit 2000 V. Diese Spannung wurde gewählt, weil sie eine günstige Wicklungsart ergab und weil bei dieser Spannung und der gegebenen Leistung sowohl die Kabel als auch die Schaltgeräte solche Abmessungen erhalten, daß kein Grund zur Wahl einer höheren Spannung vorlag.

Maschinengestaltung.

Dem Konstrukteur elektrischer Maschinen für Schiffe erwachsen besondere Aufgaben vor allem aus den Aufstellungs- und Raumverhältnissen an Bord und aus der Forderung höchster Betriebssicherheit und Lebensdauer auch unter ungünstigen Verhältnissen, wie der dauernd vorhandenen feuchten und salzhaltigen, manchmal auch flugsandhaltigen Luft, der je nach Fahrtweg auftretenden Tropenhitze, der Gefahr von schädlichen Erschütterungen und Formänderungen im Schiffskörper und der manchmal, insbesondere wegen der gedrängten Raumverhältnisse, nicht ganz einwandfreien Wartung und Pflege. Dies bedingt eine Reihe von Maßnahmen, die der elektrotechnischen Industrie aus dem Bau von elektrischen Hilfsmaschinen für Schiffe seit Jahrzehnten geläufig sind. Es bringt aber für Schiffshauptmaschinen noch weitere Forderungen mit sich, die einiger Betrachtung wert sind. Die Gewichtsfrage spielt beim Handelsschiffbau im Gegensatz zum Kriegsschiffbau keine ausschlaggebende Rolle. Wichtiger als Gewichtsersparnis ist allgemein kräftige Bauart, Betriebssicherheit und Dauerhaftigkeit. Die für Bordverwendung bisher unbekannten großen Einheitsleistungen bedingen, weil ein Schiffsmaschinenfundament im Gegensatz zu einem Betonklotz kein starrer Körper ist, besonders kräftige Gehäuse und Fundamentbolzen in reichlicher Anzahl und Stärke. Noch mehr als bei den Generatoren ist dies beim Schraubenmotor der Fall, besonders wenn

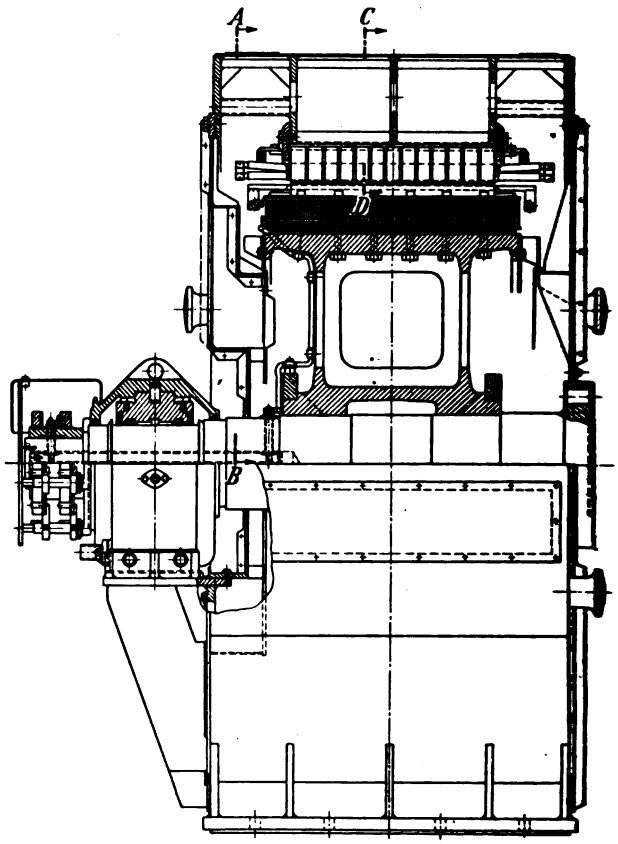


Abb. 5. Schnitt durch einen Hauptgenerator.

dieser wie auf der „Wuppertal" sehr weit hinten steht, wo der Schiffkörper selbst wegen der Nähe der Schrauben besonders Beanspruchungen und Formänderungen ausgesetzt ist.

Die Hauptgeneratoren sind mit den Dieselmotoren starr gekuppelt und nur auf der Schleifringseite in einem Gleitlager gelagert. Die geschweißten Gehäuse sind auch an den Stirnseiten durch losnehmbare Verschalungen vollständig gekapselt. Bis zur Höhe der Welle sind die Gehäuse wasserdicht, um das Eindringen von Bilgewasser zu verhindern. Die Kühlluft wird in geschlossenem Kreislauf geführt. Ihre Wärme wird in mit Seewasser bespülten Rippenkühlern abgeführt. Ein getrennter Lüfter drückt die Luft dann wieder in das Maschinengehäuse. Es ist Bedacht darauf gelegt, daß an zugänglichen und geeigneten Stellen die Wicklung durch Schaugläser während des Betriebes beobachtet und die Kühlluft auf etwaigen Kondenswassergehalt geprüft werden kann. Im übrigen geben die Thermometer für Lufteintritt und -austritt und für Zu- und Ablauf des Kühlwassers stets eine gute und bequeme Übersicht über den Zustand der Maschinen und der Kühler.

Der Ständer hat eine Stabwicklung mit den bekannten zur Verringerung der Kupferverluste unterteilten Roebel-Leitern, die die Vorteile einfachster Kopfverbindungen aufweist. Der Läuferkörper ist aus Stahlguß; die 24 Pole

[6]) ETZ 56 (1935) S. 809 u. 815.
[7]) Schultheß, Der elektrische Schiffsantrieb, Jb. schiffbautechn. Ges. 44 (1933) S. 96.

Digitized by Google

sind durch Kopfschrauben am Polradzylinder befestigt. Eine kräftige Dämpferwicklung sorgt für die richtigen Eigenschaften beim Zusammenschalten und beim Parallellauf der Maschinen. Die Schleifringe liegen, der leichteren Überwachung wegen, vor dem Lager. Die Abb. 5 zeigt einen Schnitt durch die Maschine und läßt genügend Einzelheiten über ihren Aufbau erkennen.

Die beiden Gehäuse des Schraubendoppelmotors (Abb. 6) sind unmittelbar zusammengeschraubt; die beiden Läufer sitzen auf einer Welle. Da die Schraubenwelle auf Rollen liegt und auch die Stevenrohrlagerung hier zum erstenmal für ein großes Schiff als Wälzlager ausgebildet wurde, lag es nahe, für den Motor die gleiche Lagerart zu wählen. Die Motorwelle ist daher beiderseits in Doppelpendelrollenlagern gelagert. Damit ist diese Maschine mit ihren 48 t der größte Elektromotor, der bisher auf Rollenlagern läuft. Die Verringerung der Wellenverluste rechtfertigt den Entschluß für diese Neuerung durchaus. Die Motorlager stehen auf Balken, die einen Teil des Gehäuseschildaufbaues bilden. Das Motorgehäuse steht mit seinen beiden Füßen unmittelbar auf Fundamentböcken, die an die hier eng zusammenlaufenden Hinterschiffswände angenietet sind. Diese Aufstellungsart des Motors verlangt ein sehr starkes Gehäuse, damit bei Bewegungen im Hinterschiff nicht die Motorteile in Mitleidenschaft gezogen werden. Im übrigen ist der Motoraufbau ähnlich wie beim Hauptgenerator.

Der 48polige Hauptmotor wurde als Synchronmaschine gebaut. Guter Wirkungsgrad, dank der geringeren Verluste kleinere Kühlungseinrichtungen, die Möglichkeit, mit $\cos\varphi = 1$ zu fahren, und damit geringster Aufwand an Ständerkupfer, an Generatorscheinleistung und an gesamter Erregerleistung, vor allem aber bei diesen guten Laufeigenschaften großer Luftspalt und damit Unempfindlichkeit gegen kleine Wellenverlagerungen sind die Vorzüge der Synchronmaschine. Dazu kommt noch, daß für das Anfahren und Umsteuern, wobei die Maschine als Asynchronmotor arbeitet, die Dämpferwicklung als Anlaufkäfig geeignet gebaut werden kann, ohne daß damit die für die Eigenschaften im normalen Lauf verantwortliche Erregerwicklung beeinflußt würde. Anlaufverhalten und Betriebsverhalten stören und bedingen sich gegenseitig nicht.

Der 72polige Nebelmotor wurde trotzdem als asynchroner Kurzschlußläufermotor gebaut, da die wirtschaftlichen Vorteile bei der kleinen Leistung nicht mehr viel ausmachen und man für diese häufiger zu steuernde Maschine auf die Notwendigkeit der Erregung verzichten wollte.

Die beim Umsteuern aufgewandte Arbeit, und zwar sowohl die Arbeit der Dieselmotoren als auch die Arbeit der durch das vorwärts fahrende Schiff angetriebenen Schraube, wird abzüglich der Ständer-, Eisen- und sonstigen Verluste in der Hauptsache in dem Asynchronkäfig des Schraubenmotors in Wärme umgesetzt. Da in der kurzen Zeit des Manövers nicht mit einer erheblichen Wärmeabfuhr durch das Läufereisen und die Kühlluft gerechnet werden kann, muß diese Wärme zum größten Teil zunächst in der Läuferwicklung aufgespeichert werden. Dies erfordert eine ziemliche Unempfindlichkeit der Käfigwicklung gegen Temperaturen, die je nach der zugelassenen Beanspruchung bis auf Werte in der Größenordnung von 250 bis 300 ° gehen können. Es müssen deshalb die Verbindungen hart gelötet oder geschweißt sein; sowohl die Lagerung der Stabenden als auch vor allem ihre Verbindungen mit den Kurzschlußringen müssen so ausgeführt werden, daß die Temperaturdehnungen keine unzulässigen mechanischen Beanspruchungen hervorrufen. Die schlechte Wärmeabfuhr in der kurzen Umsteuerzeit bedingt eine große Wärmespeicherfähigkeit, also große Querschnitte der Käfigwicklung. Da anderseits ein gewisser ohmscher Widerstand erforderlich ist, um richtige Schlupf- und Drehmomentverhältnisse zu erhalten, so schied Kupfer als Baustoff für die Läuferstäbe aus. Sie sind aus einer Sonderbronze mit erhöhtem spezifischem Widerstand hergestellt worden. *(Schluß folgt.)*

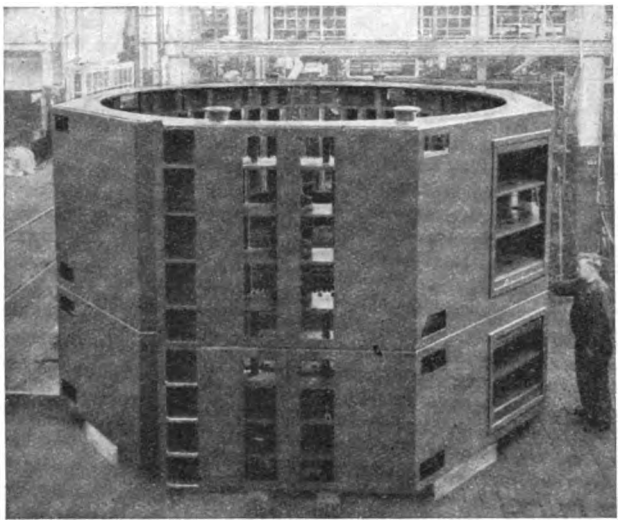


Abb. 6. Doppelgehäuse des Schraubenmotors in der Werkstatt.

Aufklärung von Betriebsvorfällen in Hochspannungsnetzen.

Von **Heinrich Grünewald VDE**, Berlin.

621. 311. 1. 027. 3. 004. 5

Übersicht*). Die besonderen Anforderungen an die Meßeinrichtungen zur Aufzeichnung der Spannungen, Ströme und Leistungen bei Betriebsvorfällen werden behandelt und die verfügbaren Meßgeräte beschrieben. Die Entwicklung, die die Aufklärung von Betriebsvorfällen durch Gewittereinflüsse im Laufe der Zeit durchgemacht hat, wird kurz gestreift.

Jede Schalthandlung in einem Netz bedeutet eine Änderung im Gleichgewichtszustand des elektrischen Systems und verursacht vorübergehende, im allgemeinen ungefährliche Unstetigkeiten der Spannungen, Ströme und Leistungen. Man hat in den letzten Jahren diese Vorgänge in Netzen mit Schleifen- und Kathodenstrahl-Oszillographen in ausgedehnten Versuchsreihen eingehend untersucht und kennt daher die physikalischen Zusammenhänge so genau[1]) bis [4]), daß Betriebsschaltungen nicht mehr die Ursache von unerwünschten Vorfällen zu sein brauchen.

Im Betrieb eines Netzes, besonders wenn es sich um die Versorgung von Abnehmern mit plötzlich wechselndem Leistungsbedarf handelt (wie z. B. von Walzwerken, Bahnen usw.), sind Lastschwankungen um hohe Beträge

*) Gekürzte Wiedergabe des am 9. 3. 1937 im Fachgebiet „Leitungen und Leitungsnetze" des VDE, Bezirk Berlin-Brandenburg, gehaltenen Vortrages.

[1]) Die Zahlen beziehen sich auf das Schrifttumverzeichnis am Schluß der Arbeit.

Digitized by Google

durchaus gewöhnlich. Durch entsprechende Regel- und Steuereinrichtungen folgen die Stromerzeuger diesen Lastschwankungen ohne weiteres. In Grenzfällen kann aber dieses Spiel der Kräfte gelegentlich auch in un-

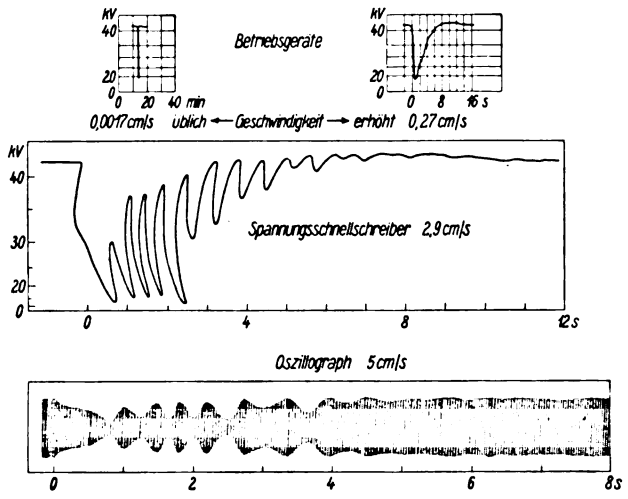


Abb. 1. Spannungsschwankungen an der Kuppelstelle zweier parallel arbeitender Kraftwerke bei einem Netzkurzschluß, der Pendeln der Werke bewirkte.

erwünschter Weise beeinflußt werden, und parallel arbeitende Maschinen oder Kraftwerke können gegeneinander ins Pendeln geraten oder sogar außer Tritt fallen. Der Aufklärung solcher seltenen Fälle muß besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, damit man die richtigen Maßnahmen dagegen treffen kann[5]).

Neben diesen beiden Arten von Betriebsvorfällen, die im Wesen des Netzbetriebes begründet sind, gibt es noch Vorkommnisse durch ausgesprochene Fehler von Anlageteilen oder durch Beeinflussungen von außen her, nämlich Erdschlüsse und Kurzschlüsse. Wenn auch der Erdschluß, dank der bei uns angewandten Erdschlußlöschung, im allgemeinen ein die Stromversorgung nicht gefährdendes Vorkommnis ist, so kann er doch als Betriebsvorfall dem Betriebsleiter manchmal ziemliche Sorgen machen. Erwähnt seien nur der aussetzende und wischerartig auftretende Erdschluß infolge von Fehlern an Isolatoren oder Erdschlüsse mit Seilbruch usw. Erdschlüsse können rein mechanische Ursachen haben (wie z. B. Vogelstörungen, Baumfälle in Leitungen, Seilrisse und Mastumbrüche infolge schwerer Rauhreifbelastung), oder aber sie werden durch Überspannungen verursacht, die meist bei Gewitter durch Blitzeinwirkung, seltener durch Betriebsvorgänge hervorgerufen werden.

Unangenehmer und folgenschwerer können die Auswirkungen von Doppelerdschlüssen und Kurzschlüssen werden. Bei dem hohen Entwicklungsstand des neuzeitlichen Relaisschutzes in Hochspannungsnetzen bleibt aber in der Regel die Stromversorgung ungestört, der kranke Anlageteil wird schnellstens vom gesunden Netz getrennt und die Versorgung bleibt über andere Leitungswege aufrechterhalten. Kurzschlüsse können sich aus Erdschlüssen entwickeln, oder sie entstehen sofort als Kurzschlüsse durch Überbrücken oder Berühren mehrerer Leiter oder durch Lichtbogenüberschläge zwischen den Leitern, hervorgerufen durch Überspannungen. Da Kurzschlüsse starke plötzliche Belastungsstöße für die Kraftwerke darstellen, können sie leicht die Ursache für das Pendeln und Außertrittfallen parallel arbeitender Kraftwerke werden.

Der Grundsatz der unbedingten Betriebssicherheit der Stromversorgung schließt die Forderung ein, die Betriebsvorfälle in ihren elektrischen Zusammenhängen aufzuklären, damit Maßnahmen getroffen werden, die Wiederholungen ausschließen. Die Elektrizitätswerke widmen daher der Aufklärung von Betriebsvorfällen ihre besondere Sorgfalt.

Die wichtigsten Hilfsmittel sind dabei die verschiedenen Arten von schreibenden Meßgeräten, die teils zur Überwachung des Betriebes an sich notwendig oder eigens für die Zwecke der Aufklärung von Betriebsvorfällen geschaffen worden sind.

In Abb. 1 ist vergleichend gegenübergestellt, in welcher Weise derselbe Vorgang von einem gewöhnlichen schreibenden Betriebsmeßgerät, einem Spannungsschnell-

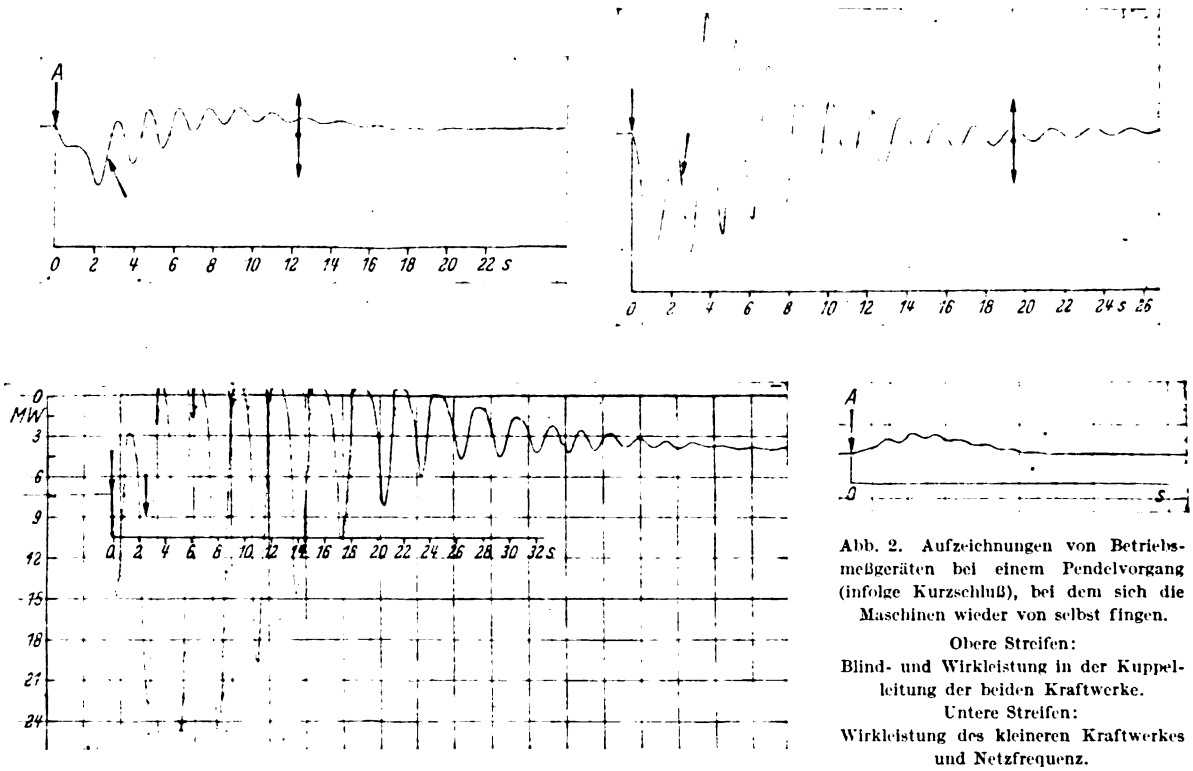


Abb. 2. Aufzeichnungen von Betriebsmeßgeräten bei einem Pendelvorgang (infolge Kurzschluß), bei dem sich die Maschinen wieder von selbst fingen.
Obere Streifen:
Blind- und Wirkleistung in der Kuppelleitung der beiden Kraftwerke.
Untere Streifen:
Wirkleistung des kleineren Kraftwerkes und Netzfrequenz.

Digitized by Google

schreiber (Störungsschreiber) und einem Oszillographen aufgezeichnet wird. Während die Aufzeichnungen des Betriebsgerätes wegen der Trägheit seines Meßwerkes bei

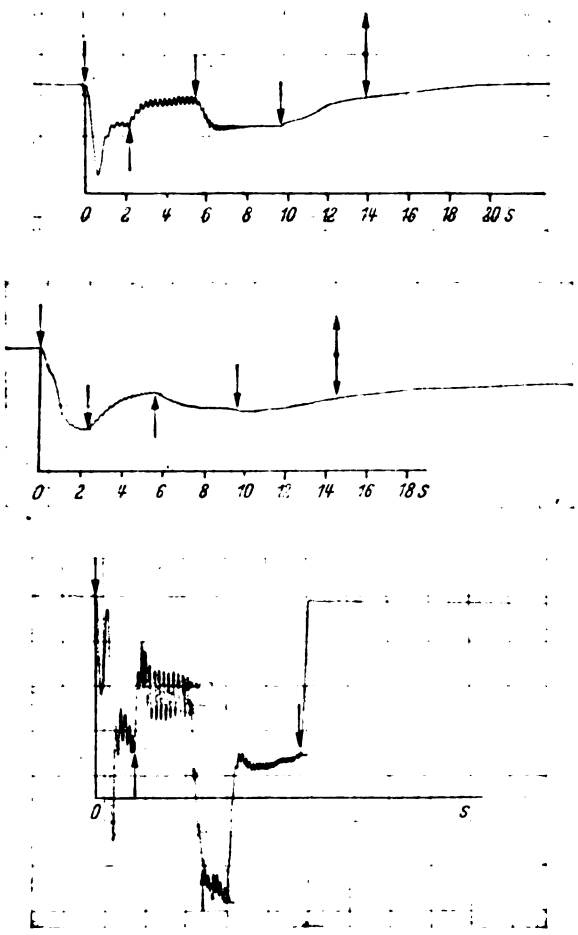


Abb. 3. Aufzeichnung von Betriebsmeßgeräten bei einem Pendelvorgang (infolge Kurzschluß), bei dem die Maschinen außer Tritt fielen.
Obere Streifen: Wirk- und Blindleistung in der Kuppelleitung der beiden Kraftwerke. — Unterer Streifen: Wirkleistung des kleineren Kraftwerkes.

der üblichen und auch bei erhöhter Papiergeschwindigkeit wesentliche Einzelheiten nicht erkennen lassen, zeigt die Aufzeichnung des Spannungsschnellschreibers, daß die beiden gekuppelten Kraftwerke nach der ersten starken Spannungsabsenkung gegeneinander gependelt haben, daß die Spannung allmählich unter Verringerung der Pendelausschläge auf ihren Sollwert ansteigt und daß sich schließlich die Maschinen ganz von selbst wieder fangen. Den Verlauf dieser Spannungsveränderung genau zu kennen ist beispielsweise wichtig für das Arbeiten des selektiven Netzschutzes, der, wenn nicht besondere Vorkehrungen an den Relais getroffen werden, unter Umständen unerwünschte Schalterfälle bei solchen Vorgängen verursachen kann. Schließlich enthält das Bild noch die Nachzeichnung eines Oszillogrammstreifens desselben Vorganges, der mit einer Ablaufgeschwindigkeit von nur 5 cm/s, das sind 0,5 mm für eine Halbwelle der Betriebsfrequenz, aufgenommen worden ist. Im allgemeinen wird man aber bei der oszillographischen Überwachung von Betriebsvorgängen mindestens das 5- bis 10fache der abgebildeten Papiergeschwindigkeit wählen, um aus den Kurven Einzelheiten, wie Überspannungsspitzen oder Stromstöße, entnehmen zu können, die von den anderen Meßgeräten nicht mehr erfaßt werden können. Ein besonderer Vorteil des Oszillographen ist es noch, daß man bis zu 6 oder 8 Meßgrößen (Spannungen, Ströme, Wirk- und Blindleistungen) auf einem Streifen aufzeichnen kann und so für jeden Augenblick die zusammengehörigen Werte genau festliegen.

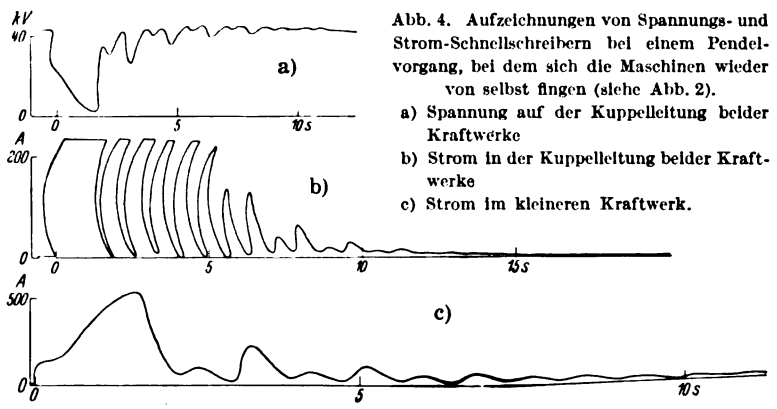


Abb. 4. Aufzeichnungen von Spannungs- und Strom-Schnellschreibern bei einem Pendelvorgang, bei dem sich die Maschinen wieder von selbst fingen (siehe Abb. 2).
a) Spannung auf der Kuppelleitung beider Kraftwerke
b) Strom in der Kuppelleitung beider Kraftwerke
c) Strom im kleineren Kraftwerk.

Meßgeräte für die Betriebsüberwachung.

Bei den schreibenden Betriebsmeßgeräten muß auf die Frage eingegangen werden, wie man sie in erheblich vollkommenerem Maße als seither für die Aufklärung von Betriebsvorfällen heranziehen kann. Zu lösen ist dabei hauptsächlich die Aufgabe, wie man mit Beginn des aufzuzeichnenden Vorganges mit geringster Verzögerung von der üblichen langsamen Papiergeschwindigkeit auf einen Schnellgang übergeht. In Anlagen mit zahlreichen schreibenden Meßgeräten verwendet man schon vielfach Klinkwerk- oder Synchronmotor-Antrieb[6]), um die Ablaufgeschwindigkeiten aller Aufzeichnungsstreifen genau gleichzuhalten. Es ist nun vorgeschlagen worden, mit Beginn der aufzunehmenden Vorgänge einfach die Frequenz für diese Schaltwerke zu erhöhen, um einen Schnellablauf zu erhalten. Wieweit dann die Betriebsgeräte trotz der Trägheit ihrer Meßwerke zur Aufklärung von Betriebsvorfällen beitragen können, sollen die Abb. 2 und 3 zeigen, die bei Versuchen in einem Netz aufgenommen worden sind.

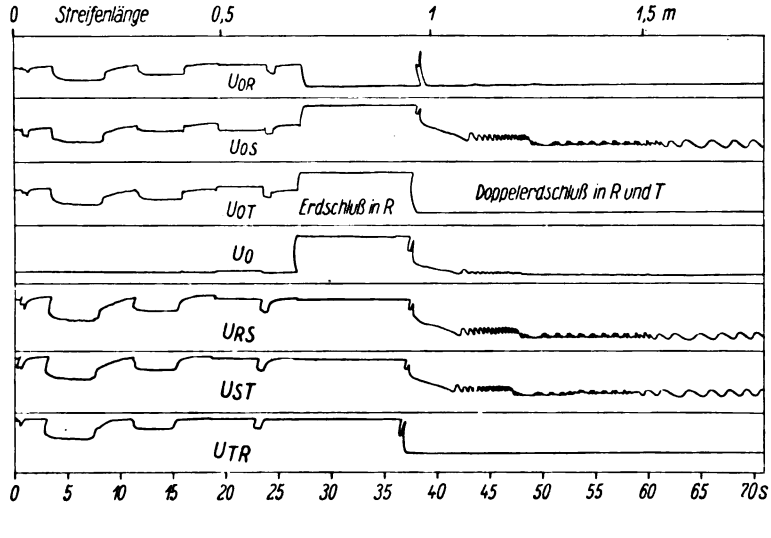
Abb. 4 zeigt aus denselben Netzversuchen Aufzeichnungen von Spannungs- und Stromschnellschreibern, die infolge ihrer besonders gebauten Meßwerke dem Ablauf der Vorgänge naturgetreu zu folgen vermögen. Die Forderung nach solchen Meßgeräten ist etwa 1927 von Elektrizitätswerken gestellt und zuerst von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen durch Entwicklung eines ein- und eines dreiphasigen Spannungsschnellschreibers mit 120 mm Aufzeichnungsbreite erfüllt worden[7]). Abb. 5 enthält die Umzeichnungen von sieben Meßstreifen eines solchen Gerätes, die bei einem 70 s langen Betriebsvorfall von den Leiterspannungen, den Leitererdspannungen und der Sternpunkterdspannung aufgenommen worden sind. Es empfiehlt sich sehr, alle diese Spannungen aufzuzeichnen, weil dann Erdschlüsse, Doppelerdschlüsse und alle Arten von Kurzschlüssen eindeutig aufzuklären sind. Es war erst an Hand dieser Aufzeichnungen möglich, die Zusammenhänge, insbesondere den Übergang des Erdschlusses in den Doppelerdschluß, einwandfrei zu klären. Auf die sich laufend ändernden Pendelvorgänge während des Doppelerdschlusses sei besonders aufmerksam gemacht.

Die wertvollen Erkenntnisse, die man aus den Aufzeichnungen solcher Schnellschreiber (Ablaufgeschwindigkeit 20 bis 30 mm/s) gewonnen hatte, haben zwei Firmen zur Entwicklung derartiger Geräte veranlaßt. Durch Verwendung von Wechselstrom-Meßgeräten mit Gleichrichtern konnten die äußeren Abmessungen dieser „Störungs-

Digitized by Google

schreiber" so stark verringert werden, daß drei Meßgrößen auf einem Streifen aufgezeichnet werden können (Aufzeichnungsbreite je Meßwerk 40 mm). Diese Geräte, die als Spannungs-, Strom- und auch als Leistungsschreiber ausgeführt werden können[8]) bis [13]), haben gewöhnlich eine Papiergeschwindigkeit von 20 mm/h und werden beim Einsetzen starker Spannungsabsenkungen oder ungewöhnlicher Stromänderungen durch einen besonderen Relaissatz auf einen Schnellgang mit 10 bis 20 mm/s Papiergeschwindigkeit umgeschaltet. Sie laufen dann 12 oder 24 s schnell ab und gehen von selbst wieder auf langsamen Gang über. Ist der ungewöhnliche Betriebszustand dann noch nicht beendet, so wird für dieselbe Dauer nochmals der Schnellgang ausgelöst.

Abgesehen davon, daß solche Schnellschreiber klar erkennen lassen, welche Vorgänge sich abgespielt haben, ob Erdschlüsse sich zu Kurzschlüssen entwickelt haben, ob es zu Schalterfällen gekommen ist, wann die einzelnen Schalter ausgelöst haben, ob parallel arbeitende Kraftwerke ins Pendeln oder zum Außertrittfallen gekommen sind, geben sie außerdem noch wertvolle Unterlagen für die Netzberechnung[14]). Bei den vermaschten und verkuppelten Netzen ist die Berechnung der Kurzschlußströme ungeheuer umständlich und schwierig. Die verschiedenen Speise-, Belastungs- und Schaltzustände, die im täglichen Betrieb eines Netzes vorkommen, zutreffend durch Rechnung zu erfassen, ist in großen Netzen eine Unmöglichkeit. Es ist dagegen ein Leichtes, wenn man bei einem Kurzschluß die Spannungsabsenkungen an den Hauptknotenpunkten des Netzes kennt, daraus die Stromstärken und ihre Verteilung mit aller wünschenswerten Genauigkeit zu errechnen. Es ist sogar möglich, mit den Schnellschreibern die Kurzschlußströme selbst aufzuzeichnen. Die Meßgeräte liefern also viel zuverlässigere Unterlagen für die Auslegung von Leistungsschaltern, Stromwandlern und Relais, für die mechanische Berechnung von Sammelschienen usw., als es durch Rechnung möglich ist. Nicht zuletzt geben sie in Fällen von Versagern irgendwelcher Anlageteile sichere Anhaltspunkte für die Erklärung solcher Vorfälle und die zu ihrer Beseitigung notwendigen Maßnahmen.



Streifen 1 bis 3: Leitererdspannungen U_{OR}, U_{OS}, U_{OT}
Streifen 4: Sternpunkterdspannung U_O
Streifen 5 bis 7: Leiterspannungen (verkettete Spannungen) U_{RS}, U_{ST}, U_{TR}

Abb. 5. Aufzeichnungsstreifen (Umzeichnungen) von 7 Spannungsschnellschreiber-Meßwerken bei einem länger dauernden Betriebsverfall in einem Netz.

Bei diesen Gerätearten muß auch der schreibende Oberwellenmesser[12]), [15]) erwähnt werden, dessen Aufzeichnungen ebenfalls bemerkenswerte Aufschlüsse über die Betriebsvorgänge eines Netzes geben können. Solche Aufzeichnungen sind im Hinblick auf die Erdschlußlöschung von großem Wert, weil die Löschbedingungen von dem Oberwellengehalt des Erdschlußstromes beeinflußt werden können.

Bei Oszillographen[16]) für die Zwecke der Betriebsüberwachung ist eine dauernde Aufzeichnung der Meßgrößen wie bei anderen schreibenden Meßgeräten nicht gut möglich, weil der Kostenaufwand für das photographische Aufzeichnungspapier zu groß wird. Man vermeidet einen unwirtschaftlich hohen Papierverbrauch, indem man den Papierablauf erst mit Beginn des aufzuzeichnenden Vorganges durch besondere Relais in Gang setzt. Dabei darf natürlich möglichst wenig von der Aufzeichnung des Betriebsvorfalles verlorengehen. In vielen Fällen kommt es nämlich ebensosehr auf den Anfang als auf den Verlauf solcher Vorgänge an. So kann bei den neuen Oszillographen durch eine elektromagnetische Kupplung[17]), die von einem Röhrenrelais gesteuert wird, die Eigenzeit des Gerätes auf zwei bis drei Halbwellen der Betriebsfrequenz herabgesetzt werden. Für eine andere Oszillographenausführung[18]), die bei ablaufendem Papierstreifen Geschwindigkeiten bis zu 15 m/s zuläßt, werden als Eigenzeit 15 ms angegeben. Eine schwierig zu lösende Frage beim Netzoszillographen ist der Betrieb der Lichtquelle.

In Amerika hat man für die Betriebsüberwachung besondere Oszillographen mit der sehr kurzen Eigenzeit von weniger als einer Halbwelle durchgebildet [19]), [20]). Man erreicht dies durch eine Anordnung nach Abb. 6. Im Strahlengang der dauernd brennenden Lichtquelle *B* liegt hinter der Zylinderlinse *F* ein drehbarer Verschluß *H*, der eine Belichtung des Streifens verhindert. Spricht das Anrege-relais an, so wird durch einen Elektromagneten der Verschluß um 90° um seine Achse *J* gedreht, wodurch der Spiegel *G* in den Strahlengang kommt. Der sich im Uhrzeigersinn drehende Spiegel wirft die Lichtstrahlen auf den noch feststehenden Streifen, und zwar von *K* nach *L*, entgegengesetzt der angedeuteten Ablaufrichtung. Das Anrege-relais hat aber außer der Drehung des Verschlusses auch das Anlaufen des Papierantriebes bewirkt. In dem Maße wie nun der Papierablauf beschleunigt wird, verzögert sich durch eine Dämpfungsvorrichtung die Drehbewegung des Spiegels *G*. Auf diese Weise wird ein fast vollkommen gleichmäßiger Zeitmaßstab des Oszillogramms erhalten. Die jeweils bei einem Ansprechen ablaufende Streifenlänge ist zwischen 0,6 und 6,0 m einstellbar.

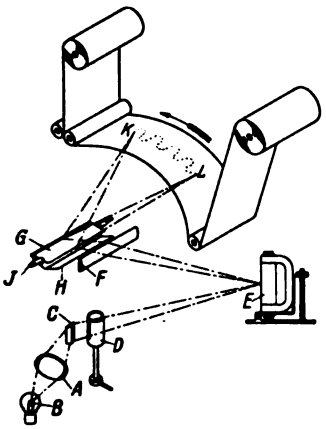
Für einen besonderen Zweck wurde in Amerika ein Oszillograph[21]) entwickelt, bei dem eine papierbespannte Trommel dauernd umläuft und eine „Kraterlampe" durch ein Gasentladungsgefäß so gesteuert wird, daß sie in 20 µs die zur Aufzeichnung nötige Helligkeit hat. Mit diesem Oszillographen sind in amerikanischen Netzen einpolige Kurzschlüsse durch Isolatorüberschläge bei Gewitter aufgezeichnet worden[22]), [23]).

Auf weitere interessante Einzelheiten meßtechnischer Art kann hier leider nicht näher eingegangen werden. Z. B. wäre noch zu erwähnen, daß man sich in Drehstromnetzen auch damit begnügen könnte, an Stelle von drei Spannungen, drei Strömen und drei Leistungen nur das Mit-, Gegen- und Nullsystem dieser Größen nach dem Rechenverfahren mit symmetrischen Komponenten aufzuzeichnen[24]).

Schließlich hat man auch Verfahren in Aussicht genommen, bei denen man die Veränderungen der Wechselstromgrößen mit einem Tonaufnahmegerät auf Stahldraht oder -band oder auf eisenpulverbestreutes Papierband aufnimmt und sie später durch einen Oszillographen wieder-

Digitized by Google

geben läßt. Man beeinflußt den Sprechkopf des Tonaufnahmegerätes durch die aufzunehmende Meßgröße und läßt mit dem Löschkopf anschließend sofort wieder auslöschen, wenn die Meßgröße keine besondere Veränderung erfahren hat, die festgehalten werden muß. Bei einem Betriebsvorfall setzt man den Löschkopf für die Dauer des aufzunehmenden Vorganges außer Tätigkeit. Eine solche Aufzeichnungseinrichtung hätte den großen Vorteil, daß man nicht nur den Vorgang selbst vollständig erhält, sondern auch noch einen beliebigen Zeitabschnitt vorher. Es kommt nur darauf an, den Löschkopf ein ausreichendes Stück hinter dem Sprechkopf anzuordnen. In dem Augenblick, wo sich die Meßgröße stärker als üblich verändert, setzt man den Löschkopf still, und man hat so den Verlauf der Meßgröße v o r dem Betriebsvorfall, und zwar für die Zeit, welche der Entfernung zwischen dem Sprech- und dem Löschkopf entspricht.



A Sammellinse
B Lichtquelle
C Prisma
D Spaltblende
E Meßschleife mit Spiegel
F Zylinderlinse
G drehbarer Spiegel
H drehbarer Verschluß
J Drehachse für Spiegel und Verschluß
K→*L* Weg des Lichtstrahles bei Drehung des Spiegels *G*

Abb. 6. Strahlengang beim Sechsschleifen - Betriebsoszillographen mit besonderer Anlaufschaltung.

Wichtige Unterlagen für die Aufklärung von Betriebsvorfällen geben auch die auslösenden selektiven Relais und ihre Schleppzeigerangaben, aus denen man den betroffenen Anlageteil und bei Fehlern auf Leitungen auch ungefähr die Fehlerentfernung abschätzen kann. Es ist ja für den Betrieb wichtig, die L a g e eines etwa entstandenen F e h l e r s möglichst schnell festzustellen, um ihn beseitigen zu können[25]). In Umspannwerken und Schaltanlagen ist das meist verhältnismäßig einfach, bei Freileitungen und Kabeln dagegen schwieriger. Man hat für die Fehlersuche auf Freileitungen und in Kabeln Meßverfahren und Fehlerort-Meßeinrichtungen entwickelt, auf die hier nur hingewiesen werden soll[26]).

Eine besondere Stellung unter den Betriebsvorfällen nehmen die Gewittereinwirkungen ein. Überschläge und Störungen, die bei Gewittern in den Hochspannungsnetzen vorkamen, glaubte man lange Zeit als Folgen elektrostatischer Beeinflussungen auslegen zu müssen, hervorgerufen durch das plötzliche Freiwerden von Ladungen bei Blitzschlägen. Die Abhilfemaßnahmen entsprachen jahrelang diesem Stand der Erkenntnis. Seit 1921 hat dann auf diesem Gebiet eine groß angelegte Aufklärungs- und Forschungsarbeit eingesetzt, die schließlich die Erkenntnis brachte, daß in erster Linie die Blitzschläge, welche Masten und Seile der Leitungen unmittelbar treffen, gefährlich für die Anlagen sind. Man begann mit statistischen Erhebungen über die Zahl der durch Gewitter verursachten Schäden und Betriebsstörungen[27]), die, wie es ja nicht anders zu erwarten war, Übereinstimmung mit den Kurven der Gewitterhäufigkeit zeigten. Man gewann mit diesen Unterlagen zunächst einen Überblick über die schwachen Stellen in den Anlagen und verfeinerte dann die statistischen Erhebungen durch mehr ins einzelne gehende Feststellungen. Man hat jeden Betriebsvorfall durch Gewittereinflüsse schematisch dargestellt und die Überschläge, Isolatorenschäden, Auslösungen usw. in einheitlicher Weise gekennzeichnet, um alle Fälle leichter vergleichen zu können[28]). Aber man kam auch hier wie bei vielen anderen Fragen mit rein statistischen Erhebungen bald nicht mehr weiter.

Mit dem Eindringen in die physikalischen Zusammenhänge der Gewittereinwirkungen hat man in Deutschland gleichzeitig mit den oben erwähnten Erhebungen angefangen und ist schließlich dazu gekommen, Feststellungen über die unmittelbaren Einschläge in die Leitungen zu machen[29]). Über diese großzügig durchgeführte Gemeinschaftsarbeit der Elektrizitätswerke in der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen ist schon wiederholt ausführlich berichtet worden[30]) bis [32]). Seit 1933 sind über 550 Blitzeinschlagfälle*) in Freileitungsanlagen aufklärend bearbeitet und daraus höchst wertvolle Ergebnisse für Bau und Betrieb von Hochspannungsleitungen und -anlagen gewonnen worden.

Am überraschendsten war wohl die Feststellung, daß die Masten und Erdseile der Leitungen von erheblich mehr Blitzen getroffen werden, als man allein auf Grund der auftretenden Schäden hätte annehmen müssen. In Abb. 7 ist für Leitungen über 50 kV und von 20 bis 50 kV Betriebsspannung getrennt gegenübergestellt, in wieviel Fällen Blitzeinschläge nachgewiesen worden sind und welche davon zu Erd- oder Kurzschlüssen geführt haben. Von 352 an Hochspannungsleitungen über 50 kV seit 1933 nachgewiesenen Blitzeinschlagfällen sind 86 % ohne jegliche Schäden oder sonstige bemerkbare Auswirkungen geblieben. Ohne die eingebauten Stahlstäbchen wären nur die 14 % der Fälle mit Isolatorüberschlägen erfaßt worden. Schon diese Zahlen zeigen, wie unvollkommen die Erkenntnisse bleiben mußten, die man zu Beginn der Gewitterforschungsarbeiten allein aus den vorkommenden Schäden auf Leitungen gewinnen konnte. 86 % aller Einschläge

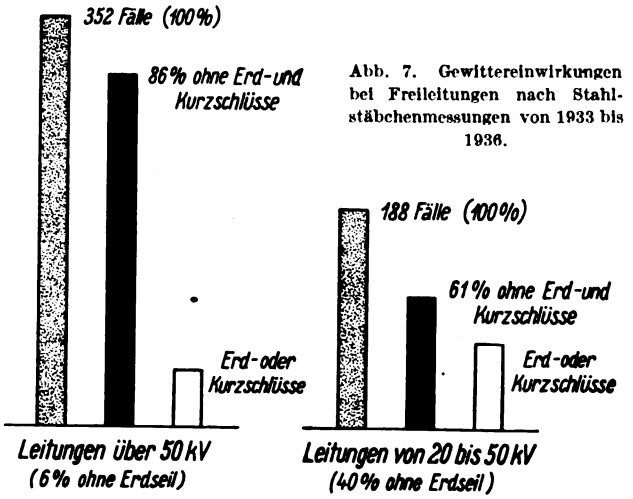


Abb. 7. Gewittereinwirkungen bei Freileitungen nach Stahlstäbchenmessungen von 1933 bis 1936.

blieben ja dabei unerfaßt. Das hat natürlich auch Fehlschlüsse ergeben, von denen hier nur die Feststellungen über sogenannte „Gewitternester" erwähnt werden sollen. Es ist unbestritten, daß es Gegenden mit besonders großer Gewitterhäufigkeit gibt. Was man aber früher als „Gewitternester" an Leitungen festgestellt hat, waren fast stets Leitungsstrecken, auf denen sich die Blitzeinschläge meist wegen unzureichender Masterdungswiderstände jedesmal als Überschläge auswirkten. Die Verbesserung der Erdungen hat auch solche „Gewitternester" meist beseitigt. Bei den Leitungen von 20 bis 50 kV Betriebsspannung sind nur in 61 % der Fälle die Blitzeinschläge ohne Folgen für die Anlagen und den Betrieb geblieben. Diese ungünstigere Zahl ist aber dadurch bedingt, daß in dieser Gruppe rd. 40 % der Fälle aus Leitungen ohne Erdseil stammen, bei denen sehr viele Leiterseileinschläge vorkommen, und daß die Isolation hier geringer ist.

Weitere wichtige Ergebnisse der Stahlstäbchenmessungen sind der Nachweis der hervorragenden blitzauffangenden Wirkung der Erdseile und der Notwendigkeit niedriger Erdübergangswiderstände der Masten[31]),[32]). Die Verbesserung der Masterdungswiderstände ist eine

*) Diese Zahl ist inzwischen erheblich größer geworden.

Digitized by Google

sehr kostspielige Angelegenheit und doch im Interesse der Gewittersicherheit der Leitungen notwendig. Die Meßergebnisse über die vorkommenden Blitzstromstärken in Masten haben hier unnötigen Geldaufwand vermieden und überhaupt erst für diese Arbeiten die wirtschaftliche Berechtigung nachgewiesen. Die Stahlstäbchenmessungen haben schließlich auch wertvolle Anhaltspunkte über die Gefährdung von Unterwerken im Leitungszug gegeben. Man ist durch diese großzügige Aufklärungsarbeit nunmehr über viele Dinge unterrichtet, die jahrelang offene Fragen waren und bei denen man teilweise durch die unvollkommene Kenntnis der Zusammenhänge auch zu falschen Schlußfolgerungen gekommen war. Leider sind aber auch diesem aufschlußreichen Verfahren der Messungen mit Stahlstäbchen Grenzen gesetzt, und man muß durch Einsatz anderer Meßeinrichtungen weiterzukommen suchen. Erforderlich sind noch Unterlagen über den zeitlichen Verlauf der Überspannungsvorgänge und ihre Höhe, wofür als das vollkommenste Meßgerät der Kathodenstrahloszillograph zu erwähnen ist, der nicht nur bei uns, sondern auch im Ausland, so vor allem in der Schweiz*) und in den V. S. Amerika, schon seit Jahren zur vollkommen selbsttätigen Aufzeichnung von Gewitterüberspannungen in Hochspannungsnetzen verwendet wird. Die Ausbeute an Oszillogrammen von hohen Gewitterüberspannungen ist bei den Messungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen bisher leider nur gering gewesen, weil Stellen, an denen der Einschlag von Blitzen immer wieder mit größter Sicherheit zu erwarten ist, nicht festgestellt wurden. Von der Seite des Netzbetriebes aus betrachtet ist dieses Ergebnis aber recht erfreulich. Zeigt es doch, daß trotz nachgewiesener Einschläge in Masten und Erdseile hohe Überspannungen nicht auftreten, wenn die Leitung guten Erdseilschutz und niedrige Masterdungswiderstände hat. Nicht einmal bei einem Erdseileinschlag, wenige Masten von der Meßstelle entfernt, war es möglich, auf den Leiterseilen nennenswerte Stoßspannungen nachzuweisen, weil die der Einschlagstelle benachbarten Masten die Blitzladung ohne jegliche Rückwirkung abgeführt haben.

*) Vgl. ETZ 57 (1936) S. 1029.

Zusammenfassung.

Im Interesse der unbedingten Betriebssicherheit der Stromversorgungsanlagen widmen die Elektrizitätswerke der Aufklärung von Betriebsvorfällen ihre besondere Aufmerksamkeit. Es wurde ein Überblick gegeben über die verschiedenen Arten von Betriebsvorfällen, ihre Ursachen und Auswirkungen sowie die meßtechnischen Hilfsmittel, die heute den Werken für die Aufklärung der Betriebsvorfälle zur Verfügung stehen. Etwas ausführlicher wurde auf die Betriebsvorfälle eingegangen, die durch Gewitter verursacht werden, und an diesen Beispielen gezeigt, welche Erfolge ihre systematische Untersuchung und Erforschung gezeitigt hat.

Schrifttumverzeichnis.

Ausgleichvorgänge in Netzen.

1. H. Freiberger, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 32.
2. H. Baatz, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 35.
3. H. Grünewald, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 25.
4. G. Hameister, ETZ 57 (1936) S. 1025 u. 1052.
5. E. Frensdorff, K. Kühn, R. Mayer, W. Peters, ETZ 52 (1931) S. 791, 1185, 1215, 1270, 1349, 1382, 1509, 1549, 1565.

Meßgeräte für die Betriebsüberwachung.

6. G. Keinath, Arch. techn. Messen (ATM), J 032—2, Juni 1933.
7. V. Aigner, Elektrizitätswirtsch. 30 (1931) S. 598.
8. Arch. techn. Messen, J 036—2, Dezember 1933.
9. W. Brauer, AEG-Mitt. (1937) H. 2, S. 62.
10. W. Hofmann u. M. Pflier, Siemens-Z. 11 (1931) S. 325.
11. G. Keinath, Arch. techn. Messen, J 036—1, 1931.
12. H. Boekels, VDE-Fachber. 8 (1936) S. 60.
13. H. Boekels u. W. Krannich, ETZ 57 (1936) S. 861.
14. O. Kautzmann, Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 493.
15. E. Hueter, ETZ 52 (1931) S. 471.
16. L. Reh, Elektrizitätswirtsch. 32 (1933) S. 403.
17. F. Eichler u. W. Gaarz, Siemens-Z. 13 (1933) S. 197.
18. G. Blasczyk, Z. techn. Phys. 17 (1936) S. 242.
19. A. D. Mc Affer, Gen. Electr. Rev. 38 (1935) S. 146.
20. C. M. Hathaway, Gen. Electr. Rev. 40 (1937) H. 2, S. 98.
21. W. A. Mc Morris, M. A. Rusher u. J. H. Hagenguth, Gen. Electr. Rev. 37 (1934) S. 514.
22. K. B. Mc Eachron, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1633.
23. Ph. Sporn u. J. W. Groß, Electr. Engng. 54 (1935) S. 66.
24. J. Fallou, Bull. Soc. franç. Électr., 5. Reihe, 1 (1931) S. 91.
25. M. Walter, ETZ 52 (1931) S. 1056.
26. M. Schleicher, Die moderne Selektivschutztechnik und die Methoden zur Fehlerortung in Hochspannungsanlagen, Berlin: J. Springer 1936, Abschn. 9 und 10.

Betriebsvorfälle durch Gewitter.

27. A. Matthias, ETZ 46 (1925) S. 873.
28. A. Matthias, Elektrizitätswirtsch. 25 (1926) S. 297.
29. A. Matthias, ETZ 50 (1929) S. 1469.
30. H. Grünewald, ETZ 55 (1934) S. 505 u. 536.
31. H. Zaduk, ETZ 56 (1935) S. 475.
32. H. Zaduk, Arch. techn. Messen, V 327—2, Dezember 1935

Vergleichende Betrachtung über die Meßgenauigkeit von Wandler-Meßsätzen.

Von Fritz Wellhöfer VDE, Nürnberg.

621. 314. 222 +. 224. 088

Übersicht. Die von Meßwandlern verursachten zusätzlichen Fehler werden für Stromwandler mit verschiedenen Eigenschaften ermittelt. Durch eine von der üblichen Weise abweichende Darstellung der durch die Wandler verursachten Fehler in Abhängigkeit von der prozentualen Belastung des zugehörigen Zählers erhält man Fehlerkurven, die sich ohne weiteres den Fehlerkurven des Zählers überlagern lassen und so in einfacher Weise die Gesamtfehler ergeben. Die erhaltenen Fehlerkurven werden mit den alten und neuen Beglaubigungsfehlergrenzen für Meßwandler- und ein- und mehrphasige Wechselstromzähler verglichen.

Meßwandler, die z. B. für die Messung elektrischer Arbeit verwendet werden, verursachen zusätzliche Fehler. Bei Zählern werden gewöhnlich die Abweichungen vom Sollwert für verschiedene Belastungen angegeben, die in Prozent der Nennlast des Zählers ausgedrückt sind. Bei Stromwandlern dagegen sind Stromfehler und Fehlwinkel bei einer bestimmten sekundären Bürde für verschiedene ebenfalls in Prozent ausgedrückte Werte des Nennstromes und bei Spannungswandlern Spannungsfehler und Fehlwinkel bei einer bestimmten sekundären Leistung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen angegeben. Die auf diese Weise von Zählern und Wandlern erhaltenen Fehlerkurven lassen nicht ohne weiteres die Fehler erkennen, die bei dem Zusammenarbeiten von Zählern und Wandlern entstehen. Der Gesamtfehler Δ muß besonders ermittelt werden, z. B. nach der Formel[1])

$$\Delta = \Delta_Z + \Delta_U + \Delta\delta_U + \Delta_I + \Delta\delta_I,$$

wobei $\Delta\delta \approx 0{,}0291 \cdot \delta' \cdot \operatorname{tg}\varphi$ ist.

Dabei bedeuten:

Δ_Z	Fehler des Zählers in %,
Δ_U bzw. Δ_I	Spannungs- bzw. Stromfehler der Wandler in %,
$\Delta\delta_U$ bzw. $\Delta\delta_I$	Fehler, verursacht durch den Fehlwinkel von Spannungs- bzw. Stromwandler, in %,
δ_U bzw. δ_I	Fehlwinkel des Spannungs- bzw. des Stromwandlers in min,
φ	Phasenverschiebungswinkel.

Die vom Spannungswandler verursachten Fehler sind im allgemeinen klein gegenüber den vom Stromwandler verursachten. Für die vergleichende Betrachtung sollen deshalb nur die Fehler Δ_I und $\Delta\delta_I$ bei Verwendung von Stromwandlern mit verschiedenen Eigenschaften untersucht und in Beziehung zu den Fehlern Δ_Z des zugehöri-

[1]) Siehe z. B. J. A. Möllinger, Wirkungsweise der Motorzähler u. Meßwandler, 2. Aufl., S. 192. Berlin: Julius Springer, 1925. — W. v. Krukowski, Grundzüge der Zählertechnik S. 349. Berlin: Julius Springer, 1930.

Digitized by Google

gen Zählers gebracht werden. Dabei ist zu beachten, daß die Fehler $\Delta\delta_I = 0{,}0291 \cdot \delta'_I \cdot \operatorname{tg}\varphi$ abhängig von $\operatorname{tg}\varphi$ sind, das Vorzeichen von $\Delta\delta_I$ ergibt sich aus Tafel 1.

Tafel 1.

Belastung	φ, $\operatorname{tg}\varphi$	δ	Wirkverbrauchzähler $\Delta\delta$
Nacheilender Strom (induktive Belastung)	positiv	positiv negativ	positiv negativ
Voreilender Strom (kapazitive Belastung)	negativ	positiv negativ	negativ positiv

Für die vergleichende Betrachtung soll nur der am häufigsten vorkommende Fall, φ und δ_I positiv, näher untersucht werden.

Ferner wird eine von der üblichen Art abweichende Darstellung der Wandlerfehler Δ_I und $\Delta\delta_I$ gewählt. Die Wandlerfehler werden nämlich für verschiedene in Prozent der Nennlast ausgedrückte Belastungen des zugehörigen Zählers $\left(\frac{P}{P_N}\,100\right)$ aufgetragen. Man erhält auf diese Weise Fehlerkurven, die sich ohne weiteres mit den üblichen Fehlerkurven des Zählers vergleichen und zur Gesamtfehlerkurve zusammensetzen lassen. Allerdings gelten die Fehler nur für eine bestimmte sekundäre Bürde, z. B. für die Nennbürde.

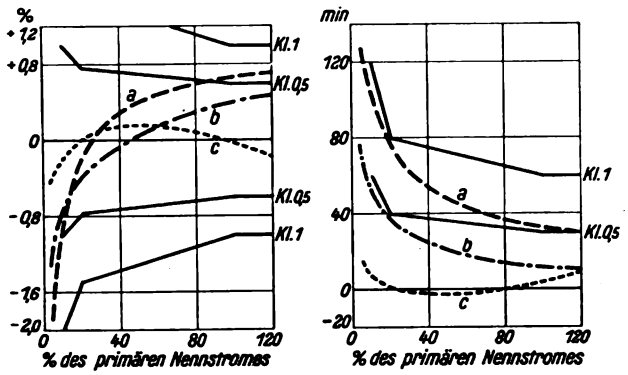


Abb. 1. Stromfehler und Fehlwinkel der Wandler *a*, *b* und c.

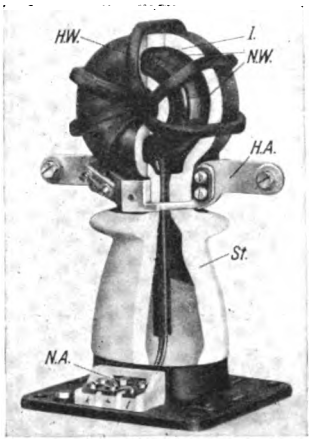
Folgende Fehlerkurven werden gemäß Abb. 1 zugrundegelegt:

Kurven *a*: Wandler Klasse 1,0 (früher Klasse F); es ist dabei angenommen, daß die Fehlergrenzen gut ausgenutzt sind, d. h. der Wandler ist wirtschaftlich gebaut und seine Bürde voll ausgenutzt.

Kurven *b*: Wandler Klasse 0,5 (früher Klasse E) unter den gleichen Annahmen wie bei Kurven *a*.

Kurven *c*: Wandler Klasse 0,5 (früher Klasse E), jedoch Wandler mit Eisen-Nickel-Kern, ausgesprochener Zählerwandler, reichlich bemessen, hält praktisch die Grenzen der Klasse 0,2 ein.

Einige Bemerkungen zur Wahl der Fehlerkurven. — Ein Wandler der Klasse 1,0 wurde gewählt, weil heute wohl noch die Mehrzahl der Hochspannungszähler an Wandler der früheren Klasse F angeschlossen ist, da diese Klasse in den „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Meßwandlern" (Sonderdruck VDE 378/1922) seinerzeit ausdrücklich dafür empfohlen wurde. Die Kurven *a* und *b* sind kennzeichnend für Wandler,



HW Hochspannungs-Wicklung
NW Niederspannungs-Wicklung mit Nichteisenkern
HA Hochspannungs-Anschlußklemmen
NA Niederspannungs-Anschlußklemmen
I Isolierkörper
St Stützer

Abb. 2. Stützerkopf-Stromwandler.

die mit niedriger Sättigung bei Vollast arbeiten, die Fehlwinkel und Stromfehler werden bei wachsendem Primärstrom geringer; die Wandler haben eine verhältnismäßig hohe Überstromkennziffer. Maßgebend für die Bemessung der Wandler ist die Einhaltung der Fehlwinkelgrenze bei 20 % des primären Nennstromes. Die Kurven *c* dagegen sind kennzeichnend für einen Wandler, der mit verhältnismäßig hoher Sättigung bei Vollast arbeitet; Fehlwinkel und Stromfehler nehmen bei Wachsen des Primärstromes zu. Der Wandler hat eine niedrige Überstromkennziffer, er ist ein ausgesprochener Wandler für Zähleranschluß und schützt den Zähler vor Überlastung. Für die Bemessung des Wandlers ist der Stromfehler bei 120 % des primären Nennstromes ausschlaggebend, bei dem noch kein zu starker Abfall der Stromkurve eintreten darf. Die Fehlerkurven liegen innerhalb der Fehlergrenzen der Klasse 0,2. Ein Wandler mit derartigen Fehlerkurven ist z. B. der in Abb. 2 wiedergegebene Stützerkopf-Stromwandler, der auch wegen seiner von der üblichen Wandlerform abweichenden Bauart Beachtung verdient.

Mit Hilfe der Fehlerkurven in Abb. 1 wurden die Werte in Tafel 2 ermittelt.

Tafel 2.

$\cos\varphi$ / $\operatorname{tg}\varphi$	$\frac{P}{P_N}$ %	I %	Δ_I in % aus Kurve			δ_I in min aus Kurve			$\Delta\delta_I$ in % für Kurve			$\Delta_I + \Delta\delta_I$ in % für Kurve		
			a	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
	120	120	+ 0,7	+ 0,45	— 0,15							+ 0,7	+ 0,45	— 0,15
	100	100	+ 0,65	+ 0,4	— 0,05							+ 0,65	+ 0,4	— 0,05
1	50	50	+ 0,4	+ 0,05	+ 0,15							+ 0,4	+ 0,05	+ 0,15
	25	25	± 0	— 0,25	+ 0,05							± 0	— 0,25	+ 0,05
	10	10	— 0,9	— 0,7	— 0,2							— 0,9	— 0,7	— 0,2
0	5	5	— 1,8	— 1,2	— 0,4							— 1,8	— 1,2	— 0,4
0,5	50	100	+ 0,65	+ 0,4	— 0,05	32	12	+ 3	+ 1,6	+ 0,6	+ 0,15	+ 2,25	+ 1,0	+ 0,1
	25	50	+ 0,4	+ 0,05	+ 0,15	48	20	— 2	+ 2,4	+ 1,0	— 0,1	+ 2,8	+ 1,05	+ 0,05
	10	20	— 0,2	— 0,4	± 0	76	36	± 0	+ 3,8	+ 1,8	± 0	+ 3,6	+ 1,4	± 0
1,73	5	10	— 0,9	— 0,7	— 0,2	100	52	+ 6	+ 5,1	+ 2,6	+ 0,3	+ 4,2	+ 1,9	+ 0,1
0,2	20	100	+ 0,65	+ 0,4	— 0,05	32	12	+ 3	+ 4,45	+ 1,66	+ 0,42	+ 5,1	+ 2,06	+ 0,37
	10	50	+ 0,4	+ 0,05	+ 0,15	55	20	— 2	— 7,6	+ 2,75	— 0,28	+ 8,0	+ 2,8	— 0,13
4,75	5	25	± 0	— 0,25	+ 0,05	67	32	— 1	— 9,3	+ 4,4	— 0,14	+ 9,3	+ 4,15	— 0,09

Digitized by Google

Wie bereits erwähnt, gelten die in Tafel 2 ermittelten Fehler bei $\cos\varphi = 0{,}5$ und $\cos\varphi = 0{,}2$ nur für nacheilenden Strom (induktive Belastung) und Wirkverbrauchzähler; dieses ist der am häufigsten vorkommende Fall. Die ermittelten Fehler gelten auch für Drehstromzähler bei gleichseitiger Belastung, wenn Δ_I und δ'_I für die Wandler der zwei oder drei Meßwerke die gleichen Werte haben; es genügt hierfür also nicht, daß die Wandler die gleichen Fehlerkurven haben, da z. B. bei der heute noch vielfach üblichen Schaltung, bei der die sekundären Stromzuleitungen zum Zähler zusammengefaßt sind, die sekundäre Bürde durch den Spannungsabfall im gemeinsamen Leiterstück für die einzelnen Wandler verschieden ausfällt[2]). Die Ermittlung des durch Meßwandler entstehenden Fehlers bei Leistungsmessungen in beliebig belasteten Drehstrom-Dreileiteranlagen, zumal bei Verwendung der Zweiwattmeterschaltung, ist sehr mühsam und zeitraubend[3]).

Von den in Tafel 2 ermittelten Fehlern verdienen besonders die Werte bei $\cos\varphi = 0{,}5$ und 0,2 Beachtung, und zwar aus folgendem Grunde: Bei jedem Wechselstrom- oder Drehstromzähler sind die Fehler bei kleinen Lasten meist positiv, vor allem liegt die Fehlerkurve der Wirkverbrauchzähler bei induktiver Last höher als bei induktionsfreier Last. Die in Tafel 2 für $\cos\varphi = 1$ angegebenen zusätzlichen Fehler durch den Stromwandler werden also im allgemeinen um den natürlichen Zählerfehler vermindert, dagegen summieren sich beide Fehler bei induktiver Belastung. Deshalb sind in den Abb. 3, 4 und 5 nur die Fehler bei $\cos\varphi = 0{,}5$ und 0,2 berücksichtigt.

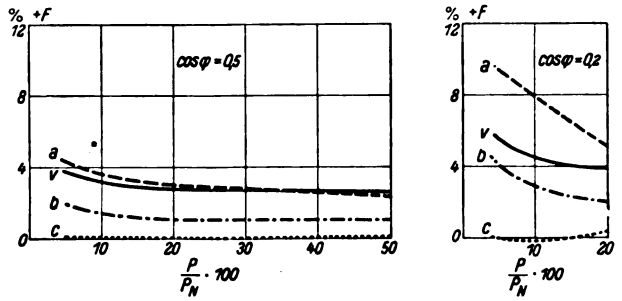


Abb. 3. Zusätzliche Fehler durch die Stromwandler *a*, *b* und *c*. Vergleichskurve *v*: neue Beglaubigungs-Fehlergrenzen für Meßwandlerzähler.

In Abb. 3 sind die durch den Wandler verursachten Zusatzfehler für die Stromwandler mit den Fehlerkurven *a*, *b* und *c* aufgetragen und verglichen mit den neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen der Meßwandlerzähler, wie sie gemäß Bekanntmachung Nr. 367 vom 22. 12. 34 der PTR für Zähler mit Systemnummern von 150 ab aufwärts Geltung haben[4]). Man erkennt, daß die Zusatzfehler

durch den Wandler *a* die Beglaubigungs-Fehlergrenzen des zugehörigen Zählers selbst überschreiten,

durch den Wandler *b* mehr als die Hälfte der Beglaubigungs-Fehlergrenzen des Zählers ausmachen, während

durch den Wandler *c* praktisch keine Zusatzfehler entstehen.

Nehmen wir nun an, der Meßwandlerzähler halte gerade die obere Grenze der neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen für Meßwandlerzähler noch ein, so ergeben sich für den Meßsatz die in Abb. 4 wiedergegebenen Fehlerkurven; zum Vergleich sind hier die neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen für ein- und mehrphasige Wechselstromzähler eingezeichnet. Man erkennt, daß die Gesamtfehler

durch den Wandler *a* ganz außerhalb der neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen für ein- und mehrphasige Wechselstromzähler liegen,

durch den Wandler *b* und *c* noch innerhalb der genannten Grenzen liegen, wobei zu beachten ist, daß die Kurven *c* mit den neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen für Meßwandlerzähler fast vollständig übereinstimmen.

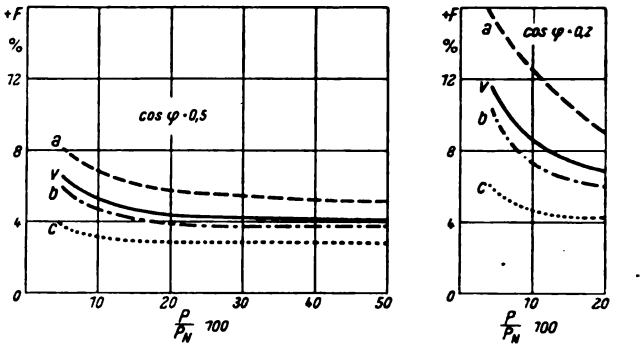


Abb. 4. Neue Beglaubigungs-Fehlergrenzen für Meßwandlerzähler, erhöht um die zusätzlichen Fehler aus Abb. 3. Vergleichskurve *v*: neue Beglaubigungs-Fehlergrenzen für ein- und mehrphasige Wechselstromzähler.

Da die meisten heute im Betrieb befindlichen Meßwandlerzähler Systemnummern unter 150 tragen, also für sie noch die früheren Beglaubigungs-Fehlergrenzen für Meßwandler Geltung haben, so wird in Abb. 5 auch ein Vergleich durchgeführt, bei dem angenommen ist, daß der Meßwandlerzähler gerade noch die früheren Beglaubigungs-Fehlergrenzen für diesen Zähler einhält. Als Vergleichskurven werden wiederum die neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen für ein- und mehrphasige Wechselstromzähler eingetragen. Man erkennt, daß die Gesamtfehler

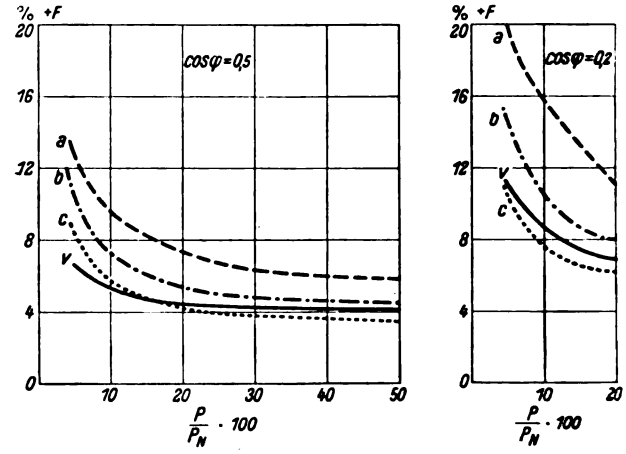


Abb. 5. Alte Beglaubigungs-Fehlergrenzen für Meßwandlerzähler, erhöht um die zusätzlichen Fehler aus Abb. 3. Vergleichskurve *v*: neue Beglaubigungs-Fehlergrenzen für ein- und mehrphasige Wechselstromzähler.

durch die Wandler *a* und *b* außerhalb der neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen für ein- und mehrphasige Wechselstromzähler liegen, während

durch den Wandler *c* die Fehler zum größten Teil noch innerhalb der neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen für ein- und mehrphasige Wechselstromzähler liegen.

Dieses Ergebnis ist besonders deshalb beachtenswert, weil es zeigt, daß es durch die Verwendung neuzeitlicher Zähler-Meßwandler möglich ist, auch bei Meßwandlerzählern älterer Ausführung eine Genauigkeit innerhalb

[2]) Siehe z. B. W. v. Krukowski, Grundzüge der Zählertechnik, S. 342, Berlin: Julius Springer, 1930.

[3]) Siehe Nützelberger u. Resch, Arch. Elektrotechn. 23 (1930) S. 29.

[4]) ETZ 56 (1935) S. 349. — Reichsministerialblatt (1935) S. 57.

Digitized by Google

der neuen Beglaubigungs-Fehlergrenzen für ein- und mehrphasige Wechselstromzähler zu erreichen, eine Forderung, die mit Rücksicht auf die großen, bei Meßwandlerzählern zu verrechnenden Energiemengen wohl berechtigt ist. Eine weitere Bedeutung kommt solchen neuzeitlichen Zähler-Meßwandlern vor allem aber dann zu, wenn für die Messung der elektrischen Arbeit Präzisionszähler verwendet werden, da sonst, wie die in den Abbildungen wiedergegebenen Zusatzfehlerkurven der Stromwandler zeigen, die hohe Meßgenauigkeit der Präzisionszähler besonders bei kleinen Lasten und $\cos\varphi \neq 1$ wieder aufgehoben wird.

Zusammenfassung.

Die Ausführungen zeigen, wie in übersichtlicher Weise die Gesamtfehlerkurve von Wandler-Meßsätzen ermittelt werden kann. Sie lassen erkennen, daß wohl bei den meisten heute verwendeten Wandler-Meßsätzen die Meßgenauigkeit des gesamten Meßsatzes mindestens zum Teil geringer ist, als es die Einhaltung der Beglaubigungs-Fehlergrenzen für gewöhnliche Ein- und Mehrphasen-Wechselstromzähler erfordern würde. Ferner wird nachgewiesen, daß diesem Mißstand durch besondere Stromwandler abgeholfen werden kann.

Neuzeitliche Gleitlager für Elektromotoren.

Von **E. vom Ende**, München.

621. 82 : 621. 313

Übersicht. **Die in Elektromotoren eingebauten Wälzlager müssen in gewissen Fällen durch Gleitlager ausgetauscht werden können. Die dementsprechenden Gleitlagerkonstruktionen werden beschrieben.**

Von dem Gedanken ausgehend, daß der Schmierfilm sich bei geringerem spezifischem Lagerdruck leichter ausbilden kann, hat man ursprünglich die Gleitlager recht lang gemacht, ohne allerdings zu bedenken, daß dann die Gefahr der Kantenpressung infolge der Schiefstellung der Welle im Lager, hervorgerufen durch die Durchbiegung derselben, größer werden muß. Außerdem wurden die Abmessungen dieser Lager zu groß. Abhilfe schaffte zunächst das Sellerslager mit einstellbaren Lagerschalen, die sich der Schiefstellung der Welle anpaßten. Aber die große Länge mußten auch diese Lager beibehalten.

Demgegenüber haben die Wälzlager eine ganz kurze Baulänge und verbinden damit noch den Vorteil geringer, bei allen Belastungen gleichmäßiger Reibung. Dazu kommt bei Pendellagern noch die zwanglose Selbsteinstellbarkeit entsprechend der Durchbiegung bzw. Verlagerung der Welle. Im Elektromotorenbau ist man deshalb in weitgehendem Maße zum Einbau von Wälzlagern übergegangen. Einige Sonderfälle, vor allem der der Geräuschlosigkeit z. B. für Maschinen in bewohnten Räumen, erfordern jedoch die Verwendung von Gleitlagern.

Nun ergibt sich aus der Theorie der Lagerreibung, daß Gleitlager bei entsprechender Gestaltung und sorgfältiger Bearbeitung der Oberfläche von Zapfen und Schale sowie richtiger Wahl des Lagermetalls und des Schmiermittels hohe Drücke bei niedriger Reibung aushalten. Außerdem ist klar, daß, je kürzer das Lager, um so geringer die Gefahr der Kantenpressung ist. Ein kurzes Lager muß demnach auch höher belastet werden können. Abb. 1 zeigt das Ergebnis entsprechender Versuche, woraus sich ergibt, daß der höchste spezifische Lagerdruck bei einer Lagerlänge l gleich $0{,}25 \cdot d$ und die höchste Gesamtkraft etwa bei l gleich $0{,}35 \cdot d$ liegt[1]). Diese Abmessungen entsprechen etwa denen der Wälzlager. Man muß demnach auch Gleitlager so kurz wie Wälzlager ausführen können, wo-

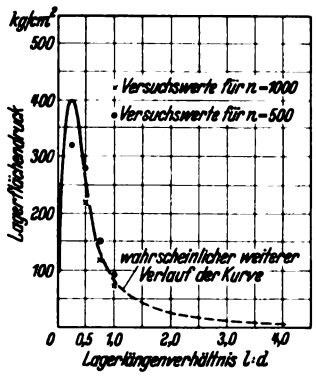


Abb. 1. Auf dem Versuchsstand erreichte Grenzbelastungen eines Lagers mit Caro-Bronze in Abhängigkeit von der Lagerlänge.

mit dann die Möglichkeit eines gelegentlich erforderlichen Austausches gegeben ist.

Die Hauptschwierigkeit bei der Gestaltung dieser Lager liegt in der Schmiermittelzufuhr. Soll der Schmier-

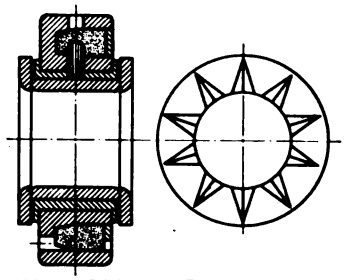


Abb. 2. Riebe-Caro-Lager mit Dochtschmierung.

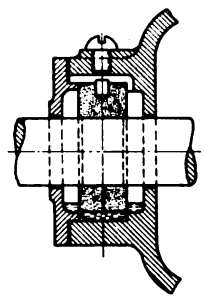
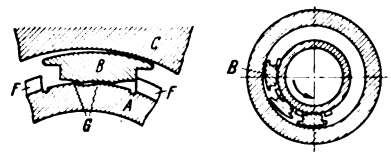


Abb. 3. Ringsdorff-Lager mit Kapillarbronze.

ring beibehalten werden, so muß das Lager entsprechend verbreitert werden. Da dies vermieden werden soll, scheidet diese Möglichkeit aus. Eine zweite Lösung, die im Riebe-Caro-Lager zuerst erscheint (Abb. 2), ist die



A Innenring
B Druckklotz
C Außenring
F Mitnehmernasen
G Stützpunkte für *B* für Links- bzw. Rechtslauf

Abb. 4. Längsschnitt durch ein Nomy-Lager. Innenring *A* dreht sich nach links, Außenring *C* feststehend.

Anwendung einer Dochtschmierung[2]). Sie fußt auf der im Versuchsfeld für Maschinenelemente an der Technischen Hochschule Berlin gelegentlich von Versuchen mit Caro-Bronze gewonnenen Erkenntnis, daß der Schmierfilm in einem guten Lager infolge seiner molekularphysikalischen Eigenschaften wirksam ist, auch wenn kein besonders merkbarer Umlauf des Schmiermittels stattfindet. Die Ölzufuhr kann also ganz gering sein, so daß die Dochtschmierung ausreicht. Der in dem Hohlraum der Lagerbüchse liegende Docht dient zur Aufspeicherung und zur Zufuhr des Öls. Das gleiche Prinzip wird im NSG-Gleitlager der Vereinigten Metallwerke AG. verwendet.

Eine weitere Lösung bildet die Anwendung eines ölhaltigen Lagermetalls. Pulverförmige Metallgemische werden zu Formstücken gepreßt, bei bestimmter Temperatur zusammengesintert und erhalten dadurch ein poröses, „kapillares" Gefüge[3]). In den Poren wird das Öl aufgespeichert, quillt bei Erwärmung aus und benetzt die Lauffläche (Abb. 3).

[1]) E. vom Ende, Dingler's polytechn. J. 345 (1930) S. 21.

[2]) A. Riebe, Anwendungs- und Belastungsmöglichkeiten eines neuen Gleitlagers in den Abmessungen der Wälzlager, Autom.-techn. Z. 37 (1934) S. 133.

[3]) J. Mehrtens, Gießen und Schweißen — oder Pressen und Sintern, Autom.-techn. Z. 37 (1934) S. 131.

Digitized by Google

Andere Bemühungen zur Lösung der Schmierungsfrage gehen von den hydrodynamischen Verhältnissen aus. Wird ein dicht hinter dem Schwerpunkt seiner Lauffläche unterstützter Druckklotz in der Laufrichtung über eine Schmierschicht geführt, so stellt er sich, etwa wie ein Wellenreiter, schräg zur Laufrichtung derart, daß die Resultierende des auf der Lauffläche lastenden Flüssigkeitsdruckes durch den Unterstützungspunkt geht. Nach diesem Prinzip, das vom Michell-Lager her bekannt ist, ist das Nomy-Lager (Abb. 4 und 5) ausgeführt[4]). Eine Anzahl solcher Druckklötze ist hintereinander um die Welle herum so angeordnet, daß sie sich der Laufrichtung entsprechend einstellen können. Die Abmessungen des Lagers entsprechen genau denen der Wälzlager, während die zulässigen Belastungen etwas von diesen abweichen.

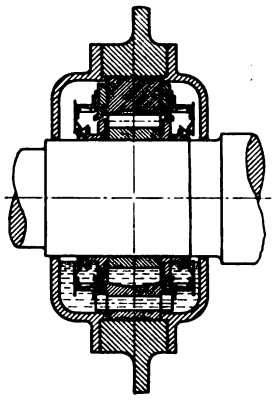


Abb. 5. Querschnitt durch ein Nomy-Lager mit kugeliger Lauffläche.

Nun müssen die Lager noch Längskräfte in der Achsenrichtung aufnehmen können. Die normalen Gleitlager haben zu diesem Zweck Anlaufbunde, die allerdings den Nachteil haben, daß sie sich verhältnismäßig schnell abnutzen. Um ihre Schmierung zu verbessern, waren am Riebe-Caro-Lager besondere Anlaufscheiben mit Schmiernuten vorgesehen. Anderseits ist von den Pendelkugellagern bekannt, daß sie in der Lage sind, erhebliche Axialdrücke aufzunehmen. Dieses Pendelprinzip ist daraufhin auch auf das Riebe-Caro-Lager und das Nomy-Lager durch Ausführung mit kugeliger Lauffläche übertragen worden. Damit ist auch die Möglichkeit des Ausgleichs von Montageungenauigkeiten gegeben, wenngleich diese bei Elektromotoren keine Rolle spielt. Auch bei Kapillarlagern sind entsprechende Ausführungen ohne weiteres möglich.

Die Aufgabe, Gleitlager in den Abmessungen der Wälzlager auszuführen, ist somit bereits von mehreren Seiten mit Erfolg in Angriff genommen worden und dürfte in Zukunft wohl noch zu weiteren Lösungen gebracht werden.

Zusammenfassung.

In Elektromotoren werden Wälzlager mit großem Vorteil verwendet. Sollen nun an deren Stelle Gleitlager wegen ihrer Geräuschlosigkeit eingebaut werden, so müssen diese die gleichen Abmessungen erhalten. Aus der Lagerreibungstheorie und entsprechenden Versuchen hat sich ergeben, daß dies möglich ist. Die Schwierigkeit besteht nur in der Schmierung. Die Lösung dieser Aufgabe hat zu verschiedenen Konstruktionen geführt, die mit Dochtschmierung (Riebe-Caro-Lager), porösem Metall (Sinterbronze-Ringsdorff-Lager) oder Druckklötzen nach Art des Michell-Lagers (Nomy-Lager) ausgerüstet sind. Auch die Aufnahme des Längsdrucks und die Selbsteinstellbarkeit sind berücksichtigt.

[4]) Ein Gleitlager mit den Abmessungen von Kugellagern, Werkzeugmaschine 40 (1936) S. 116.

August Toepler.

Vor wenigen Monaten ist zum 25. Male der Todestag August Toeplers wiedergekehrt, dem die Elektrotechnik außerordentlich viel verdankt. August Toepler wurde vor etwa 100 Jahren, am 7. September 1836, in Brühl a. Rh. geboren. 1860 promovierte er in Jena zum Dr. phil. mit einer Arbeit über die Möglichkeit, mehrere Telegramme gleichzeitig auf gleichem Leitungsdraht zu senden, mit der ersten Anwendung von Stimmgabeln zur Signalgebung. Er widmete sich dann der Lehrtätigkeit an verschiedenen Hochschulen und siedelte schließlich, einem Rufe der Technischen Hochschule Dresden folgend, von der Universität Graz 1876 nach Dresden über. Der Technischen Hochschule Dresden blieb er bis zu seinem Übertritt in den Ruhestand treu, obwohl wiederholt Berufungen an Hochschulen des In- und Auslands erfolgten.

August Toepler war ein hervorragender Experimentalphysiker und hat als solcher nicht nur der Physik, sondern auch der Elektrotechnik, die sich damals in den Anfängen ihrer Entwicklung befand, Wertvolles geschenkt. So gab er 1873 die Luftdämpfung für Instrumente an. Mit der Toeplerschen Quecksilber-Luftpumpe gelang es zum ersten Male, hohe Vakuen zu erzeugen, die auch bis heute nicht überboten worden sind. Durch die Entwicklung der Schlieren-Methode ermöglichte es Toepler, Funkenschallwellen, ihre Brechung und Reflexion zu sehen sowie die Funkenverzögerung zu entdecken. Ihre Bedeutung für die Ballistik ist bekannt.

In gleicher Weise wie es später Werner Siemens bei dem dynamoelektrischen Prinzip tat, erreichte Toepler, um es mit den Worten von Werner Siemens [ETZ 1 (1880) S. 19] auszudrücken, eine Erhöhung der Spannung mit Hilfe der „Verstärkung der Ursache der Erzeugung elektrischer Spannung durch die Wirkung derselben".

Die Hertzschen Schwingungsversuche fanden durch A. Toepler eine wesentliche experimentelle Verbesserung, indem er einmal den Ruhmkorff-Funkeninduktor durch eine kapazitive Spannungsquelle ersetzte und ferner durch Einführung von Widerständen zwischen den eigentlichen Schwingungserzeuger und die Spannungsquelle die Dämpfung des Schwingungserzeugers stark verminderte. Infolgedessen konnte er die von Hertz erreichte Übertragungsentfernung vervielfachen und erreichte bereits 1892 mühelos Entfernungen von 8 m ohne Anwendung von Spiegeln. Wie er seinerzeit in dem Bericht an die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften, Berlin, mitteilte, glaubt er, Entfernungen bis zu 70 m ohne weiteres überbrücken zu können, und hat auch nach den Mitteilungen von Max. Toepler in dessen Schrift „Zu August Toeplers 100. Geburtstag" (Akademische Buchhandlung Focken & Oltmanns, Dresden 1936) eine Anordnung zur drahtlosen Übertragung von der Technischen Hochschule Dresden nach dem Kreuzkirchturm fertig dastehen gehabt, nachdem ihm im Sommer 1892, wie wir einer Briefangabe von M. Toepler entnehmen, eine kräftige Zeichenübermittlung auf etwa 100 m Abstand mit Wellen von etwa 3 m Ganzwellenlänge gelungen war. Sein von einem schweren Sturz herrührendes, fortschreitendes Siechtum hat eine Vollendung dieser Versuche unterbunden.

Auch auf dem Gebiete der Blitzforschungen hat A. Toepler bahnbrechende Versuche angestellt, die in der ETZ 5 (1884) S. 246 veröffentlicht sind. Es ließen sich noch eine ganze Reihe von wertvollen Erkenntnissen mitteilen, die die Wissenschaft A. Toepler verdankt.

Viele äußere Anerkennungen sind ihm schon zu seinen Lebzeiten zuteil geworden. Ein sanfter Tod beschloß am 6. März 1912 sein arbeits- und erfolgreiches Leben.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 17. 003. 1 **Praktische Ergebnisse über Ausführung und Kosten von Überlandleitungen.** — Die Rural Electrification Administration (REA) in den V. S. Amerika hat seit 1935 eine größere Zahl von Leitungen finanziert und den Bau beaufsichtigt[1]). Durch systematische Ingenieurarbeit, wie größere Spannweiten, Vermeidung von Querarmen u. a. mehr, ist die Ausführung vereinheitlicht und verbilligt worden. — Swanson berichtet über die 86 von der REA errichteten Leitungsanlagen, die zum großen Teil in den mittleren Nordoststaaten liegen. Eine Tafel und Abbildungen geben Auskunft über die Ausführung. Durch im ganzen rd. 22 000 km Überlandstrecken werden 46 500 Abnehmer versorgt. Die mittleren Kosten je Abnehmer betragen rd. 700 RM, die Leitungskosten im Mittel 1500 RM/km, zwischen den Grenzen 70% und 123% schwankend. Im Gegensatz zu den europäischen Verhältnissen ist bemerkenswert, daß nur 30% der Leitungen mit Mehrphasenstrom betrieben werden. Die übliche Verteilungsspannung ist 7,2/12,5 kV in Sternschaltung. Das bedeutet, daß die meisten Leitungen Abzweigleitungen mit zwei Leitern sind.

Trotzdem die Netze von Stromquellen aller möglichen Schaltungen und Spannungen gespeist werden, hat man stets auf 7,2/12,5 kV umgespannt. Die hierfür erforderlichen Stationen haben 150 bzw. 450 kVA. — Selbsttätige Stufen-Spannungsregler für 10% Regelbereich werden bei langen Strecken angewendet und vorzugsweise in den Zug der Leitung, nicht an den Enden in der Station, eingeschaltet. Alle primären und sekundären Netze haben gemeinsam geerdete Sternpunkte; Transformatoren, Zählerstellen und Leitungsendpunkte erhalten Erdungen, außerdem sind Erdungen längs der Leitung alle 600 m. — Alle Leitungen sind mit Blitzschutzvorrichtungen ausgerüstet, meist Funkenstrecken; eine besondere Ausführung wird nicht bevorzugt. Die Spannweite der Leitungen schwankt von 73 bis 120 m. Die Hälfte der Leitungen ist mit Stahl-Aluminium-Kabeln belegt. Das jetzige Ansteigen aller Preise zwingt die Amerikaner zu Überlegungen, wie man die Ausführung der Leitungen weiterhin vereinfachen könnte. [M. O. Swanson, Electr. Wld., N. Y. 107 (1937) S. 1402; 7 S., 19 Abb.] *Bu.*

621. 315. 177 **Das Fetten von Freileitungsseilen.** — Das Fetten von Freileitungsseilen, namentlich von solchen aus Aluminium, ist eine Maßnahme, die sich als vorteilhaft für die Dauerhaftigkeit der Seile, namentlich in Gebieten, wo chemische Einflüsse zu erwarten sind (Meeresnähe u. a.), erwiesen hat. Auf Grund längjähriger Versuche der Aluminiumwerke hat sich herausgestellt, daß bei geeigneter Behandlungsweise mit Vaseline ausländischer Herkunft ausgezeichnete Ergebnisse erzielt wurden. Es werden grundsätzliche Angaben über das Fetten von Aluminiumseilen gemacht. Bemerkenswert ist, daß bei Ortsnetzleitungen mit seinen vielen Klemmstellen eine gute Querleitungsfähigkeit durch Fetten der einzelnen Drähte der Seile erzielt wird. Sehr wichtig ist, das Einfetten in richtiger Weise nicht nur äußerlich, sondern auch aller Einzeldrähte, am besten gleich beim Ziehen der Drähte vorzunehmen. Ein zum größten Teil aus deutschen Rohstoffen hergestelltes Schutzmittel ist das Shell-Schutzfett Nr. 856, das in seinen Eigenschaften der Vaseline sehr ähnelt. [P. Behrens, Aluminium, Berl. 19 (1937) S. 318; 3 S., 6 Abb.] *Bu*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 043. 001. 5 **Greift die Kraft an der Wicklung oder an den Zähnen eines Ankers an?** — Im Inneren eines Stabmagneten hebt sich die magnetische Wirkung der vom Elektronenspin herrührenden „ampereschen Molekularströme" gegenseitig auf. Nur an der Mantelfläche des Magneten kommen sie als „amperescher Strom" zur Geltung, der dieselbe zu umfließen scheint. Er hat je cm Magnetlänge den Wert

$$I_A = 10\,\frac{\mathfrak{B} - \mathfrak{H}}{4 \cdot \pi} \text{ in Ampere.}$$

Beträgt z. B. die magnetische Induktion $\mathfrak{B} = 20\,000$, die Feldstärke $\mathfrak{H} = 400$, so ist $I_A = 15\,600$ A.

Abb. 1 stellt im Schnitt und im Grundriß einen Ankerzahn dar. Zeigt das Feld von unten nach oben, so ist der amperesche Strom des Zahnes an der linken Flanke nach vorn und an der rechten nach hinten gerichtet. Der Strom I im Leiter möge von vorn nach hinten fließen. Die mit ihm verketteten Feldlinien

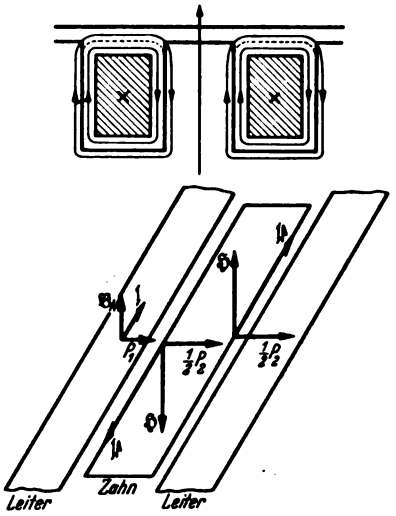


Abb. 1. Ankerzahn unter einem Südpol.

sind ebenfalls eingezeichnet. Eine von ihnen ist nur an der Nutöffnung als gestrichelte Linie zu sehen, ihre Fortsetzung verläuft an der Nutbegrenzung und gehört dem Teile des von dem Leiterstrome erzeugten Feldes an, in dem der amperesche Strom sich befindet. Dieses Feld durchsetzt noch nicht das Eisen und ist daher dem Leiterstrome I verhältnisgleich. Auf den ampereschen Strom längs beider Zahnflanken wirkt daher eine Kraft

$$P_2 = 2 \cdot c\,I \cdot I_A \cdot h \cdot b \cdot 10^{-1} \text{ Dyn},$$

wobei c ein Festwert, h die Zahnhöhe und b die Ankerbreite ist. P_2 hat die gleiche Richtung wie die Kraft P_1, die unmittelbar an dem Leiter angreift. Da der amperesche Strom mit den Induktionslinien $\mathfrak{B}$ verkettet ist und diese von den ruhenden Feldmagneten gehalten werden, so entsteht mit Hilfe des Ankerleiterfeldes, das an den drehbaren Teil der Maschine gebunden ist, eine umlaufende Bewegung. Setzt man die Induktion im Zahn z. B. 20 000 und in der Nut 2000, ferner das Verhältnis von Zahnhöhe zur -breite gleich 1 : 3, so ist die am Zahn angreifende Kraft P_2 88% und die auf den Leiter wirkende Kraft P_1 12% der gesamten Kraft $P_1 + P_2$. Der amperesche Strom stellt die hauptsächlichste Ursache für die am gezahnten Anker wirksame Kraft dar. [G. Jacoby, Sachsenwerk-Mitt. 8 (1937) H. 1, S. 22; 3 S., 3 Abb.] *eb.*

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 652 : 621. 34 **Über die Anwendung von Stromrichtern für motorische Antriebe.** — Mit Hilfe der Gittersteuerung ist in einfacher Weise die Durchführung bestimmter Regelaufgaben an motorischen Antrieben möglich. Zu diesem Zweck kann der hierbei meist zur Verwendung kommende Drehregler durch eine der bekannten Hilfseinrichtungen wie Öldruckregler, Relaisantrieb und dergleichen in Abhängigkeit von einer beliebigen elektrischen oder mechanischen Regelgröße, wie Spannung, Strom, Drehzahl, Saugzug

[1]) Vgl. auch J. M. Carmody, Electr. Wld., N. Y. 107 (1937) S. 1401.

Digitized by Google

usw. verstellt werden: Hiermit kann in Sonderfällen der Gleichlauf zweier Antriebe erreicht werden; der eine der beiden Antriebe wird durch einen Umkehr-Stromrichter gespeist. Für den synchronen Gleichlauf werden die den Drehzahlen der beiden Antriebe verhältnisgleichen Frequenzen von zugehörigen Drehzahlgebern in einer doppelt gespeisten Induktionsmaschine verglichen. Bereits bei geringer Abweichung der gegenseitigen Winkelstellungen beginnt diese kleine Hilfsmaschine sich zu drehen und verstellt die Drehregler der Stromrichter, bis wieder Gleichlauf erreicht ist. In vielen Fällen kann der Umweg über die mechanische Verstellung des Drehreglers vermieden werden, indem man die Regelgröße unmittelbar auf den Gitterkreis einwirken läßt. Man erreicht damit eine fast verzögerungsfreie Regelung, während bei der mechanischen Verstellung des Drehreglers immerhin mit einer gewissen Trägheit zu rechnen ist. Bei einer Stoßsteuerung mit magnetischer Sättigung genügt hierfür auf den Mu-Kernumspannern eine einfache Zusatzwicklung, die vom Belastungsstrom durchflossen wird. Wenn dagegen mit Hilfsröhren gesteuert wird, so führt man in deren Gitterkreis eine dem Laststrom verhältnisgleiche Hilfsspannung ein. Hierbei lassen sich nicht nur Ausmaß und Sinn der Kompoundierung beliebig einstellen, sondern man kann auch den Punkt, von dem ab die Beeinflussung der normalen Stromrichterkennlinie eintreten soll, durch eine Vergleichsschaltung beliebig festlegen.

Die Frage nach der Beeinflussung des primären Leistungsfaktors ist selbst bei starker Gleichspannungssenkung ohne Belang, wenn sich die Motorbelastung mit der Drehzahl erheblich vermindert, wie bei Lüftern, Schleuderpumpen und dergleichen. Ist dies nicht der Fall, so hat man verschiedene Mittel zur Verfügung, um die Blindstromaufnahme in bestimmten Grenzen zu halten: 1. Kondensatoren, 2. Anzapfungen am Umspanner, Verbindung von Stufen- und Gitterregelung, wobei die Umschaltung der Stufen je nach den vorliegenden Betriebsbedingungen unter Last oder spannungslos erfolgen kann, 3. Anzapf- und Nullanoden im Stromrichter, 4. Verbindung von Anker- und Feldreglung am Motor, 5. Parallel- und Reihenschaltung bei mehrmotorigen Antrieben, 6. unsymmetrische Steuerung der Anoden. Bei dem letztgenannten Verfahren wird nur jeweils jede zweite Phase eines dreiphasigen Systems im Stromeinsatz gesteuert; zu einem Stromrichter gehören z. B. für sechsphasige Schaltung vier solche Teilsysteme mit gegenseitiger Verschiebung des Steuertaktes. Insgesamt bekommt man sechsphasige Welligkeit und zwischen voller und halber Gleichspannung einen wesentlich günstigeren Leistungsfaktor.

Meist wird nur die Anschlußspannung der Drehstromseite vorgeschrieben. Die Gleichspannung des Motorankers ist dagegen frei wählbar, man wird sie mit Rücksicht auf den Wirkungsgrad der Umformung möglichst hoch ansetzen. Im Gegensatz zu Maschinenumformern ist der Wirkungsgrad von Stromrichtern auch bei Teillast günstig, die Leerverluste sind gering. Die wirtschaftliche Auswertung dieser Vorzüge an Hand eines Förderschaubildes zeigt, daß bereits bei 500 V Ankerspannung die Umformungsverluste beim Stromrichter nur etwa drei Viertel von denen eines Leonard-Maschinensatzes betragen.

Auch für die Anlagekosten ist eine möglichst hohe Gleichspannung von Vorteil. Bei geeigneter Auslegung ist dann der Stromrichterbetrieb nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich dem Betrieb mit Maschinensätzen überlegen. Der Aufwand an Ersatzteilen und Überholungsarbeiten ist bei Stromrichtern unerheblich. Der geringe Platzbedarf bringt eine weitere Ersparnis, und zwar an Gebäudekosten. In der räumlichen Anordnung von Stromrichter und Regelgerät ist man weitgehend frei.

Aus dem vielseitigen Anwendungsgebiet werden einige Beispiele kurz beschrieben. In Walzwerksbetrieben sind Stromrichter schon seit Jahren in Betrieb. Die Einführung der Gittersteuerung brachte hier die Gruppen- und Einzelspeisung der Walzenantriebe. Besonderes Interesse verdient der Gleichlaufbetrieb zweier Walzgerüste in einem westdeutschen Walzwerk, wobei das eine von einer Dampfmaschine, das andere von einem stromrichtergespeisten Gleichstrommotor angetrieben wird. Einen verhältnismäßig weiten Regelbereich beanspruchen meist Antriebe mit quadratisch verlaufendem Drehmoment. Für größere Lüfterantriebe dürfte hier vorzugsweise die Stromrichterspeisung in Frage kommen. Zu erwähnen ist auch die Verwendung einer Gleichrichterlokomotive mit Gittersteuerung für die Höllentalbahn[1]). [H. Anschütz u. M. Stöhr, AEG-Mitteilungen (1937) S. 208; 8 Seiten, 14 Abb.] *Sb.*

[1]) O. Michel, ETZ 57 (1936) S. 1113; Partzich u. Hermle, El. Bahnen 13 (1937) S. 59.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 754 : 611. 1 **Neue elektrokardiographische Registrierverfahren.** — Nach Einthoven ist die Höhe der zwischen zwei beliebigen Punkten auf der Oberfläche des menschlichen Körpers und vor allen Dingen zwischen den Einthovenschen Extremitätenableitungen, d. h. zwischen beiden Armen sowie zwischen je einem Arm und dem linken Bein entstehenden bioelektrischen Aktionsspannungen durch die Projektion des Herzvektors auf die betreffende Ableitung, d. h. auf die Verbindungslinie der beiden Ableitungspunkte oder Stellen gegeben. Die bisher übliche Extremitätenkardiographie stellt daher nicht den elektrischen Herzvektor selbst dar, sondern vermittelt nur auf Grund seiner Projektionen ein indirektes Bild von seiner absoluten Größe und von seiner Richtung.

Nun liegt der Gedanke nahe, diese Projektionen wieder rückgängig zu machen und so aus den indirekt abgeleiteten Aktionsspannungen gewissermaßen den ursprünglichen Herzvektor wieder zu rekonstruieren. Dieser Schritt ist erstmalig von Burger im Jahre 1926 unternommen worden, welcher den Herzvektor aus sehr genau aufgenommenen Elektrokardiogrammen graphisch konstruierte und dabei fand, daß der Herzvektor während eines jeden Herzschlags nicht nur seine Größe, sondern auch seine Richtung ändert, d. h. rotiert. Die Spitze des elektrischen Herzvektors beschreibt während der Herztätigkeit eine geschlossene Kurve, das sogenannte „Vektorfeld der elektrischen Herzachse", das ein wesentlich einfacheres und klareres Bild von dem klinischen Zustand des Herzens vermittelt als die Projektions-Kardiogramme. Trotz dieser grundlegenden Erkenntnisse sind erst im Jahre 1936 Heller und Schellong dazu übergegangen, derartige Vektorfelder oszillographisch aufzunehmen, indem sie zwei Ableitungsspannungen nach dem bekannten Verfahren von Lissajous vektoriell zusammensetzten. Damit sind die Burgerschen Vektorfelder also nichts anderes als elektrokardiographische Lissajous-Figuren.

Das mit zwei rechtwinklig aufeinanderstehenden Koordinaten arbeitende Lissajous-Verfahren läßt sich nicht ohne weiteres auf das Einthovensche Ableitungsdreieck übertragen, dessen drei Ableitungen unter 60° gegeneinander liegen. Um diesen geometrischen Verhältnissen gerecht zu werden, wurde der „Triograph" gewissermaßen als dreiphasige Erweiterung des Lissajous-Verfahrens entwickelt, welcher alle drei Ableitungsspannungen unter 60° vektoriell zusammensetzt. Der hierdurch entstehende Summationsvektor ist dem ursprünglichen Herzvektor parallel, jedoch 1,5mal so groß, was theoretisch bewiesen wird. Aufbau, Prüfung und praktische Anwendung des Triographen werden in verschiedenen Varianten beschrieben. Der Vergleich der nach dem neuen Verfahren gewonnenen „Triogramme" mit zweiphasigen Lissajous-Figuren zeigt wesentliche Abweichungen, die auf Grund von Modellversuchen im elektrolytischen Trog erklärt werden. Abschließend wird die Aufnahme von stereoskopischen Triogrammen beschrieben. — Der Triograph kann nicht nur für die Zwecke der Elektrokardiographie nützlich sein, sondern überall da, wo es sich um die Bestimmung eines elektrischen oder sonstigen Vektors oder um die Ausmessung eines Vektorfeldes handelt. [E. H. Hollmann u. W. Hollmann, Z. Instrumentenkde. 57 (1937) S. 147; 20½ S., 30 Abb.] *Sb.*

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende Bekanntmachungen:

„Bekanntmachung Nr. 446[1]).

621. 317. 785

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, wird dem System [179] folgende Elektrizitätszählerform als Zusatz eingereiht:

Zusatz zu System [179], die Form D 12/89, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in **Nürnberg.**

Berlin-Charlottenburg, den 16. Juni 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 346.

Digitized by Google

Beschreibung[1]):

Die durch die Bekanntmachung Nr. 375[2]) vom 28. Januar 1935 zur Beglaubigung zugelassenen Zähler der Form D 12 für Drehstrom mit Nulleiter werden auch in Ausführung mit einer Vorrichtung zur Störungsanzeige unter dem Formzeichen D 12/89 hergestellt. Die Zähler dieser Ausführung können für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler der Form D 12 beglaubigt werden.

„Bekanntmachung Nr. 447[3]) 621. 317. 785

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 156 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

I. Zusatz zu System 156, die Formen WK, WK2 und WK3, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom;

II. Zusatz zu System 156, die Formen WKn, WKn2, WKn3 und WK'n, WK'n2, WK'n3, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom,

sämtlich hergestellt von der **Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Co., G. m. b. H. in Berlin.**

Berlin-Charlottenburg, den 18. Juni 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Beschreibung[4]):

Zu I. Die durch die Bekanntmachung Nr. 342[5]) vom 24. 8. 1933 zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Formen Wki, Wki2 und Wki3 des Systems 156 werden auch in abgeänderter Ausführung unter den Formzeichen WK bzw. WK2 bzw. WK3 hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennstromstärken von 3 bis 50 A, für Nennspannungen bis 550 V und für die Nennfrequenz 50 Hz beglaubigt werden. Diese Zähler unterscheiden sich von den bisherigen Ausführungsformen dadurch, daß die Wicklungsdaten im Strom- und im Spannungskreis abgeändert sind.

Zu II. Die unter I. zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler werden für Nennstromstärken bis 10 A, für Nennspannungen bis 300 V und für die Nennfrequenz 50 Hz auch mit herabgesetzter Drehzahl ausgeführt, indem stärkere Bremsmagnete verwendet werden. Dementsprechend sind die Zählwerksübersetzungen geändert. Je nach dem Grad der Herabsetzung der Drehzahl werden zwei Ausführungen hergestellt und zwar die eine mit mäßig herabgesetzter Drehzahl und eine zweite mit stärker herabgesetzter Drehzahl. Die Zähler der ersteren Ausführung tragen die Formbezeichnungen WKn bzw. WKn2 bzw. WKn3, die der zweiten Ausführung die Formbezeichnungen WK'n bzw. WK'n2 bzw. WK'n3. Die Zähler beider Ausführungsformen können für die genannten Nennmeßbereiche beglaubigt werden.

Elektrowärme.

621. 365. 4 : 621. 78 **Ein elektrischer Durchlauf-Temperofen mit Sonderatmosphäre.** — Der in einem Kraftwagenwerk aufgestellte Durchlaufofen dient zum Schnelltempern von Gußstücken für den Kraftwagenbau und leistet 30 t täglich. Die Gußstücke selbst von verschiedener Form und Größe werden uneingepackt auf Fördertische aufgeladen, die durch Rollgänge durch den Ofen hindurchbewegt werden. Der Ofen ist gasdicht abgeschlossen. In der Wärme- und Kühlkammer wird eine besondere nichtoxydierende Atmosphäre aufrechterhalten; das Gas für diese Atmosphäre wird in einem neben dem Temperofen befindlichen Gaserzeuger erzeugt. Die Heizelemente für den Temperofen aus einer Nickel-Chrom-Legierung sind oberhalb und unterhalb des Tempergutes angeordnet und sind auf sieben getrennte und selbsttätig überwachte Zonen verteilt. Der Ofen ist rd. 36 m lang. [Iron Age 139 (1937) H. 9, S. 58; 1 S., 1 Abb.] *Kp.*

621. 365. 4 : 669. 13 **Hitzebeständiges Gußeisen und der elektrische Ofen.** — Die Eigenschaften des Gußeisens werden bei hoher Temperatur verändert, und zwar durch folgende Ursachen: korrodierender Einfluß der Verbrennungsgase, Wachsen des Gußeisens infolge Graphitisation der inneren Metallmasse, Risse oder Brüche infolge Innenspannungen, und durch teilweises Abschmelzen. Die Erfolge der Gußeisenerzeugung führten nun zur Erzeugung verschiedener Arten von hitzebeständigem Guß, nämlich von perlitischem Gußeisen, von chromhaltigem Gußeisen, von silizium- oder aluminiumhaltigem ferritischem Gußeisen, von austenitischem mit Nickel, Kupfer und Chrom legiertem Gußeisen. Mit den gewöhnlichen Mitteln der Eisengießerei ist es schwer, diese Sondergußeisensorten im laufenden Betrieb mit der erforderlichen Genauigkeit zu erzeugen. Der elektrische Ofen dürfte berufen sein, diese Erzeugung zu erleichtern, und zwar sowohl für die Behandlung des Eisens aus erster Schmelzung als auch für das aus zweiter Schmelzung. Was den ersten Fall anbetrifft, so gibt es bereits einige Hochofenwerke, die das flüssige Hochofen-Roheisen durch eine Gießpfanne in den elektrischen Ofen einführen. Der Zweck dieser Arbeitsweise ist die Erzeugung eines Sonderroheisens für Eisengießereien, die es dann im gewöhnlichen Kupolofen zu Sonderguß umschmelzen können. Man erzeugt z. B. in erster Schmelzung Chrom-Sonderroheisen, dann mit Titan (z. B. 0,3 bis 0,5%) und mit Chrom (z. B. 0,6 bis 0,7%) legiertes Roheisen, gegebenenfalls durch Reduktion der Eisenerze im elektrischen Hochofen. Es gibt heute bereits eine ganze Reihe von Sonderroheisen, das in Form von Masseln oder Blöcken mit genau bestimmten Legierungsanteilen erzeugt und in Eisengießereien umgeschmolzen wird. Der elektrische Ofen für die Erzeugung von hitzebeständigem Gußeisen in zweiter Schmelzung, der sich in voller Entwicklung befindet, eignet sich vorzüglich für die Erzeugung hochbeanspruchter Gußstücke, die der Korrosion und dem Angriff durch hohe Temperaturen ausgesetzt sind. So führt namentlich der Strahlungsofen zu ausgezeichneten Ergebnissen. [J. Four électr. 46 (1937) S. 163; 2 S., 0 Abb.] *Kp.*

Verkehrstechnik.

625. 285—576 **Elektromechanische Arbeitsübertragung für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.** — Seit Juni 1936 haben die Tschechoslowakischen Staatsbahnen zwei vierachsige Triebwagen mit einem Leergewicht von je 36 t und einem Gewicht bei voller Besetzung von je 42,5 t und einer Höchstgeschwindigkeit von 130 km/h in Betrieb, bei denen das Drehmoment der in den Drehgestellen untergebrachten beiden Benzinmotoren von je 160 PS bei 1300 U/min mit Hilfe einer elektromechanischen Vorrichtung der Treibachse übermittelt wird.

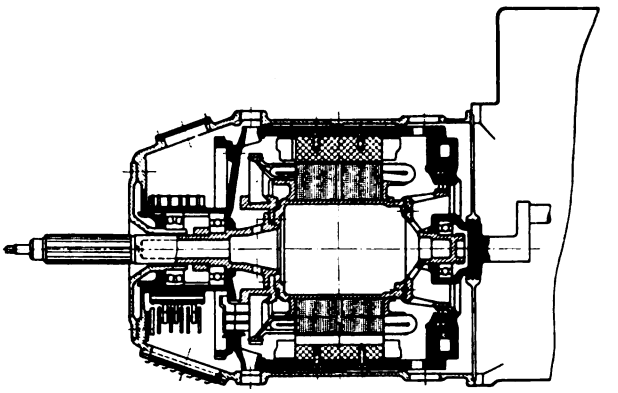


Abb. 2. Schnitt durch den Kupplungsgenerator.

Bei allen Vorzügen der rein elektrischen Kraftübertragung — Verbrennungsmotor — Generator — Motor — insbesondere bei der Anfahrt bzw. bei stark wechselndem Gefälle hat diese den Nachteil, daß eine rd. 20% höhere Leistung eingebaut werden muß als z. B. bei der rein mechanischen Übertragung, da etwa 20% der vom Verbrennungsmotor erzeugten Arbeit verlorengeht. J. Sousedík benutzt die Vorteile der elektrischen Übertragung bei der Anfahrt und die Vorteile der mechanischen Übertragung bei voller Fahrt. Zwischen Kardanantrieb und Verbrennungsmotor ist ein aus drei Hauptteilen bestehender Kupplungsgenerator angeordnet (Abb. 2). Die schwarz ausgezogene Schnittfläche ist das Magnetsystem, das mit dem Verbrennungsmotor fest, aber elastisch gekuppelt ist. Der

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 446 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 742.
[3]) Reichsministerialblatt 1937, S. 346.
[4]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 447 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[5]) ETZ 54 (1933) S. 1144.

Digitized by Google

Anker ist mit der Kardanwelle verbunden und dreht sich deshalb mit einer der Fahrzeuggeschwindigkeit proportionalen Geschwindigkeit. Das umlaufende Magnetsystem und der Läufer können mit einer elektromagnetischen Lamellenkupplung gekuppelt werden. Der Motor kann wie üblich auf eine beliebig liegende Fahrzeugachse arbeiten mit der er durch eine ausrückbare Kupplung verbunden ist.

Das Anfahren bis zur Höchstgeschwindigkeit spielt sich nun folgendermaßen ab: Anlassen der Verbrennungsmaschine und Einschalten des Motors, damit Anfahren des Wagens. Mit steigender Fahrgeschwindigkeit nimmt die relative Drehzahl zwischen Läufer und Magnetsystem des Generators ab. Das Feld des Generators wird verstärkt, um Beschleunigung zu erhalten, das Feld des Fahrmotors wird aus gleichem Grunde geschwächt. Bei etwa 85% der höchsten Fahrgeschwindigkeit werden ebensoviel Prozent (85) der Leistung durch den Läufer des Generators auf die Kardanwelle der Treibachse übertragen, nur noch 15% der erzeugten Leistung nimmt der Motor auf. Man schaltet nun die elektromagnetische Kupplung zwischen umlaufendes Magnetfeld und Läufer des Generators ein, die zuerst gleitet und dann fest kuppelt, damit Stöße vermieden werden. Dann erfolgt die Abschaltung des Motors. Der Generator wirkt jetzt nur noch als Kupplung zwischen Verbrennungsmotor und Treibachse und nicht mehr als Stromerzeuger. In der Originalarbeit ist ein Diagramm angegeben, das die Leistungsausnutzung beim Anfahren der neuen elektromechanischen, der rein elektrischen und der rein mechanischen Übertragung gegenüberstellt. [J. Bilek, Elektrotechnicky Obzor 26 (1937) S. 154; 3½ S., 8 Abb.]. *Hs.*

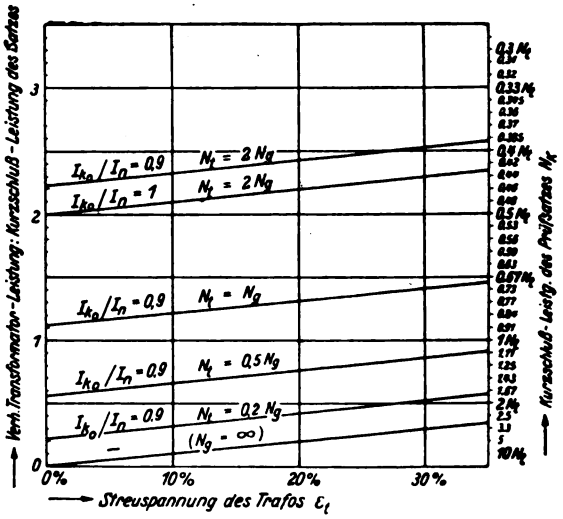
Fernmeldetechnik.

621. 397. 5 **Das Fernsehen.** — Möglichkeiten und Erreichtes. — Die Reichspost als Treuhänderin des gesamten deutschen Nachrichtenwesens stand nach der ersten Entwicklung des Fernsehens vor der Aufgabe, auch diesen jüngsten Zweig der Nachrichtentechnik mit allen Mitteln ohne Rücksicht auf den gegenwärtigen wirtschaftlichen Nutzen zu fördern. Seine überragende propagandistische Bedeutung liegt darin begründet, daß das übertragene Bild überall verstanden wird ohne Rücksicht auf Sprachschranken und Bildung und meist glaubwürdiger wirkt als das gesprochene Wort. Allerdings befindet sich die praktische Anwendung des Fernsehens überall noch in den Anfängen. Die engen Grenzen, die dem drahtlosen Ausbreiten der Fernsehdarbietungen durch die zwangläufige Verwendung von ultrakurzen Wellen gezogen sind, zwingen zur Benutzung von Breitbandkabeln und erfordern somit ein enges Einvernehmen der beteiligten Länder. Sowohl den Fernsehrundfunk als auch das Fernsehsprechen hat Deutschland als erstes Land betriebsmäßig eingeführt. In diesem Sommer werden München und Nürnberg in den Fernsehsprechbetrieb einbezogen, der sich zwischen Berlin und Leipzig bereits gut bewährt hat. Nach Fertigstellung der im Bau befindlichen Kabelstrecken werden sich Hamburg, Frankfurt a. M. und Köln mit ihren Umgebungen hinzugesellen. Die tatkräftige Förderung des Fernsehens ist heute eine der wichtigsten Aufgaben der am 1. 1. 1937 ins Leben gerufenen Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost. [W. Ohnesorge, Z. Geopolitik 14 (1937) H. 4, Beilage „Welt-Rundfunk" S. 22.] *He.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 317. 2. 027. 3 **Hochspannungsprüfsätze für Normalfrequenz.** — Die Arbeit befaßt sich mit der praktischen Ausführung von Wechselstrom-Hochspannungsprüfsätzen. Unter Zugrundelegung der VDE-Leitsätze 0442/1933[1]) behandelt sie zunächst die charakteristischen Leistungsgrößen des ganzen Satzes und zeigt in einem Schaubild (Abb. 3) den Einfluß der Generator- und Transformatorleistung. Dabei ergibt sich, daß nicht die Kurzschlußspannung des Prüftransformators allein ausschlaggebend ist, sondern in gleichem, wenn nicht noch höherem Maße die des Prüfgenerators, ebenso das Verhältnis der Leistungen beider Größen. Je höher man mit den Prüfspannungen geht, um so größer werden die Streuspannungen der Prüftransformatoren und die ihnen etwa größengleichen Kurzschlußspannungen, so daß hier nur durch Wahl großer Prüfgeneratoren diese Steigerung des Spannungsabfalles ausgeglichen werden kann.

Bei der Spannungsregelung der Prüfsätze gibt der Verfasser der stufenlosen Regelung aus versuchstechnischen Gründen den Vorzug, wobei z. B. die Erregung des Generators aus einer ihrerseits fremderregten Erregermaschine erfolgt, durch deren Regelung letzten Endes die Prüfspannung geregelt



I_{k_0} Kurzschlußstromstärke bei Leerlauferregung — N_t Nennleistung des Prüftransformators

I_n Normalstromstärke — N_g Nennleistung des Prüfgenerators

Abb. 3. Charakteristische Leistungsgrößen eines Prüftransformators. Der zu 0,9 gewählte Wert des Verhältnisses I_{k0}/I_n entspricht dem im Einphasen-Generatorenbau allgemein üblichen. Man verwendet verhältnismäßig harte Maschinen.

wird, oder über Induktionsregler der Prüftransformator unmittelbar an ein Netz angeschlossen wird. Der Aufsatz enthält Abbildungen und Schaltbilder verschiedener neuerer Prüftransformatoren. [Anm. d. Ber.: Den ersten Prüftransformator für 1000 kV in einem Stück baute in Deutschland und wohl in der ganzen Welt 1927 die AEG[1]), während Stufensätze für 1 Mill V damals schon bekannt waren. Dieser Prüftranstransformator weist eine in Mittelhöhe des Kessels eingebaute waagerechte Durchführung auf. Die relative Kurzschlußspannung beträgt bei einer Nennleistung von 1000 kVA 7,4%]. [Harald Müller, Arch. techn. Mess. (1937) Lfg. 73, T. 96···98, Z. 42; 6 S., 11 Abb.] *V. B.*

Verschiedenes.

50 Jahre Physikalisch-Technische Reichsanstalt. — Die PTR, Berlin-Charlottenburg, konnte am 1. 10. auf ein fünfzigjähriges Bestehen zurückblicken. Sie hat in dieser Zeitspanne ihre Daseinsberechtigung und ihren hohen Wert für das deutsche Volk reichlich unter Beweis gestellt und die Erwartungen ihrer Gründer voll erfüllt. Werner Siemens, Helmholtz, Du Bois-Reymond und andere Gelehrte haben gemeinsam mit dem Kronprinzen Friedrich Wilhelm um die Errichtung der Anstalt lange Jahre mit Behörden und Reichstag kämpfen müssen, bis am 1. 10. 1887 die Gründung vollzogen werden konnte und H. von Helmholtz als erster Präsident die Leitung übernahm. Zur Zeit steht Joh. Stark an der Spitze der PTR.

Die Aufgaben der PTR sind stets die gleichen geblieben: Betreuung der Maßsysteme und -einheiten als Grundlage aller Physik, Eichung, Prüfung von Verfahren, Geräten und Werkstoffen und nicht zuletzt die physikalische Forschung. Durch stete Erweiterungen konnte die Anstalt immer jung und modern im besten Sinne dieses Wortes gehalten werden, ein zuverlässiger Berater der deutschen Industrie, Förderer der Physik und würdiger Repräsentant deutscher Wissenschaft in der Welt.

[1]) ETZ 53 (1932) S. 828, 54 (1933) S. 385, 680.

[1]) ETZ 48 (1927) S. 1920.

Digitized by Google

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Über die räumliche Ausdehnung und übersichtliche Gestaltung von Schaltwarten.

Von H. Probst VDE, Berlin.

621. 316. 37

Übersicht. Im Anschluß an den an dieser Stelle erschienenen[1]) Aufsatz „Die Entwicklung der Schaltwarte" folgt nachstehend ein weiterer Auszug aus dem für das Deutsche Museum bestimmten Bericht, welcher die räumliche Ausdehnung und die Anordnung der Instrumente in den Schaltwarten behandelt.

Die räumlichen Abmessungen einer Schaltwarte sind in erster Linie abhängig von der Anzahl der Maschinen und von der Anzahl der Verteilungsstromkreise, welche darin überwacht werden sollen. Der Raumbedarf der Warte ist außerdem noch abhängig von der Anzahl und Größe der Meßinstrumente, Steuer- und Signalapparate, welche für jeden Stromkreis eingebaut werden müssen, sowie von der Art der Verlegung der Meßleitungen und Klemmen auf der Rückseite der Tafel oder im Innern eines Schaltpultes. Abgesehen hiervon erhöht sich der Raumbedarf einer Warte, wenn in derselben auch die Relais und Zählertafeln zur Aufstellung gelangen sollen. Die Anzahl der Instrumente ist auch nicht allein von den Betriebsbedingungen abhängig, sondern auch von den Wünschen der Betriebsleiter.

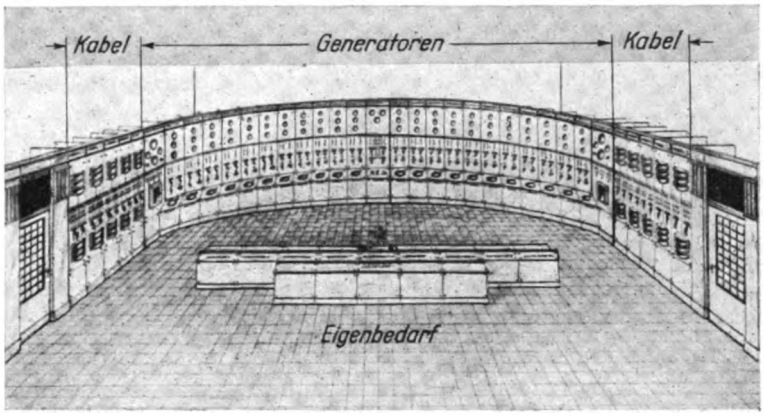


Abb. 1. Schaltwarte El.-W. Bremen, Entwurf 1910.

Wie groß der Unterschied in der Anzahl der für ein Maschinenfeld verwendeten Instrumente sein kann, soll an einigen Beispielen von ausgeführten Anlagen erörtert werden. Die Abb. 1 zeigt einen im Jahre 1910 ausgearbeiteten Entwurf einer Meßinstrumententafel, der für die Schaltwarte des Wasser- und Dampfkraftwerkes in Bremen-Hastedt für eine Überwachung von 22 Maschinen bestimmt war. Um bei der außergewöhnlich großen Zahl von Maschinenfeldern die Anzahl der Instrumente auf ein Kleinstmaß herabzusetzen, gelangten für die 22 Maschinenfelder nur zwei Maschinenspannungsmesser zur Anwendung. Diese Spannungsmesser von 350 mm Dmr. wurden mit den Sammelschienenspannungsmessern und den Synchronisierapparaten auf den beiden Seitentafeln angebracht und konnten nach Bedarf auf jeden Maschinenspannungswandler umgeschaltet werden.

Jedes Maschinenfeld in der Warte Bremen besitzt daher nur vier Instrumente, und zwar drei Wechselstrominstrumente von 225 mm Dmr. und einen Gleichstrom-Strommesser von 110 mm Dmr. Ein Spannungsmesser für den Erregerstromkreis wurde nicht benutzt; die Anzahl der Instrumente in der Warte Bremen wurde also auf das kleinste Maß beschränkt. Jeder Generator hatte zwei Hauptschalter und konnte mittels der vorgesehenen Trennschalter auf drei Sammelschienensysteme geschaltet werden. Mit Rücksicht auf die große Anzahl von Maschinen wurde die Breite eines Maschinenfeldes auf das äußerste Maß beschränkt. Um in der Warte nicht nur in der Breite, sondern auch in der Tiefe an Platz zu sparen, wurden auf den senkrecht zu den Maschinenfeldern stehenden beiden Verteilungstafeln die für zwei Abzweige erforderlichen Apparate übereinander angeordnet. Die Breite der Maschinenfelder wurde nicht durch die vier Meßinstrumente, sondern durch die Anzahl der Steuerapparate und Signallampen bestimmt, die schon damals in einem Blindschaltbild angebracht wurden. Um die besonderen Wünsche des Auftraggebers erfüllen zu können, mußte der Entwurf nach Abb. 1 bei der Ausführung kleinen Änderungen unterworfen werden, welche der Abb. 9, ETZ 58 (1937) H. 12, S. 328, entnommen werden können. Es soll jedoch noch erwähnt werden, daß z. Z. die meisten Betriebsleiter die Verwendung eines Spannungsmessers für jede Maschine vorziehen, damit der Schaltwärter beim plötzlichen selbsttätigen Ausschalten einer Maschine ohne umständliche Zuhilfenahme von Steckern oder Schaltern sofort sehen kann, ob die Feldschwächungseinrichtung den Generator in der erwünschten Weise spannungslos gemacht hat.

Wer einmal Gelegenheit hatte, die Warte des Großkraftwerkes Klingenberg zu besichtigen, dem mußte es auffallen, daß dort auf jedem Maschinenfeld 15 Instrumente vorhanden sind. Diese ungewöhnlich große Zahl von Instrumenten wurde verlangt, weil jeder Turbinensatz zwei Generatoren besitzt, die über zwei Transformatoren unmittelbar auf die 30 kV-Sammelschienen arbeiten. Der zuerst in Vorschlag gebrachte Entwurf 1, bei dem nur runde Instrumente mit verschieden großem Durchmesser benutzt werden sollten, gelangte nicht zur Ausführung. Er wirkte nicht klar genug. Aus den vielen Entwürfen wurde zuletzt ein vom Verfasser ausgearbeiteter Entwurf zur Ausführung bestimmt, bei dem statt der runden Strommesser solche in Profilform zur Anwendung kamen. Die praktische Ausführung des erwähnten Maschinenfeldes (Abb. 2) zeigt, daß trotz der großen Anzahl von Meßinstrumenten alle Instrumente gleicher Art in eine waagerechte Linie gebracht werden konnten. Aus diesem Beispiel geht entgegen der allgemeinen Annahme hervor, daß sich durch die Anwendung von Instrumenten verschiedener Größe und verschiedener Formen besonders dann eine sehr gute Übersichtlichkeit erzielen läßt, wenn

[1]) H. Probst, ETZ 58 (1937) H. 12, S. 327 u. H. 14, S. 388.

Digitized by Google

man gezwungen ist, viele Instrumente auf einem Maschinenfeld unterzubringen. Dieser Fall tritt nicht nur bei der Verwendung von zwei Generatoren für einen Turbinensatz, sondern auch bei der Verwendung e i n e s Generators ein, wenn dieser auf eine Haupt- und Hilfssammelschiene gleichzeitig arbeiten muß. Würde man in

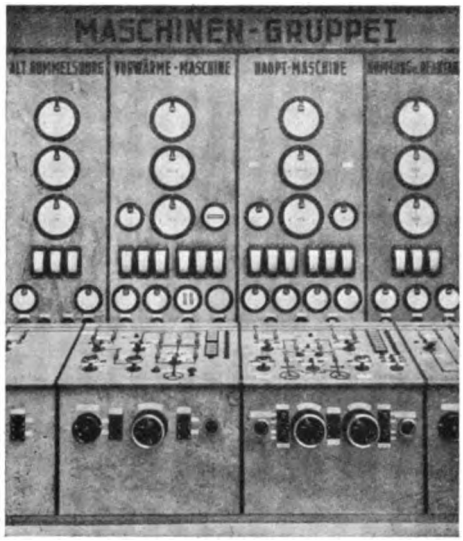


Abb. 2. Kraftwerk Klingenberg: Generatorfelder-Ausführung.

einer solchen Warte nur Instrumente in quadratischer Form und gleicher Größe verwendet haben, so wäre dadurch die Übersichtlichkeit verschlechtert worden. Aber nicht nur in Sonderfällen, d. h. bei der Verwendung sehr vieler Instrumente, sondern auch in üblichen Fällen kann man eine bessere Übersicht über die Generatoren- oder Umformerfelder erzielen, wenn man Instrumente verschiedener Form und Größe anwendet.

In der Warte Lauta mußten außer den Generatorfeldern auch die Bedienungstafeln für eine größere Anzahl von Einankerumformern aufgestellt werden. Um die einzelnen Felder so schmal wie möglich ausführen zu können, wurden als Instrumente für die Drehstromseite die Profilform in waagerechter Anordnung und für die Gleichstromseite mit Rücksicht auf die große Stromstärke die große runde Form gewählt (Abb. 3). Für ein Maschinenfeld verwendet man im allgemeinen vier Wechselstrom- und zwei Gleichstrominstrumente. Die drei Strommesser bei Drehstrom gelten in diesem Falle als e i n Instrument. Die in der Abb. 4 links dargestellte Tafel zeigt, daß drei verschiedene Instrumentenformen selbst in normalen Fällen gleichzeitig benutzt werden könnten. An Stelle der auf den Pulten eingebauten Profilinstrumente für die Erregung hätte man auch Instrumente in Form eines Quadrates verwenden können, wenn man die Pultplatte entsprechend länger ausgeführt haben würde. Anderseits kann man dem Leistungsmesser, wie dies manchmal gewünscht wird, auch einen größeren Durchmesser geben als den anderen Wechselstrominstrumenten. Es wurde schon eingangs darauf aufmerksam gemacht, daß nicht die Meßinstrumente, sondern die Steuerapparate die Breite des Maschinenfeldes bestimmen. Diese Tatsache geht auch aus der Meßinstrumententafel hervor, welche im Kraftwerk am Boulder Dam aufgestellt wurde (Abb. 4, rechts). Das Blindschaltbild befindet sich in diesem Falle auf einem sehr tiefen Schaltpult, das unmittelbar an die Meßinstrumententafel angebaut ist.

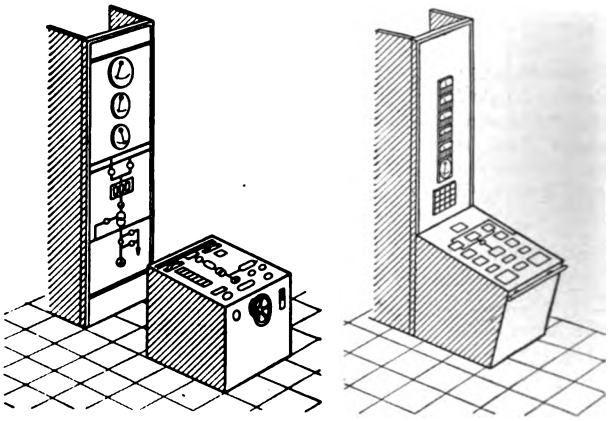


Abb. 4. Gegenüberstellung von Generatorfeldern: Links deutsche, rechts amerikanische Ausführung.

Was die Formen der zu verwendenden Meßinstrumente anbetrifft, so lassen sich darüber folgende Betrachtungen anstellen. Für die drei Strommesser eines Generators oder eines Abzweiges eignet sich sehr gut die Profilform, weil die drei Skalen auch in e i n e m Instrumentengehäuse untergebracht werden können. Bei Maschinenfeldern ist es von Wichtigkeit, daß man die Bewegung der Zeiger gleichartiger Instrumente, besonders im Falle von Störungen, schnell miteinander vergleichen kann. Für diesen Zweck erscheinen die runden Instrumente als sehr geeignet. Diese Beobachtung ist wohl darauf zurückzuführen, daß der runde Rand eines Meßinstrumentes dem Auge beim Hinübergleiten von der einen Skala auf die andere weniger Widerstand bietet als der viereckige Rand eines quadratischen oder rechteckig geformten Instrumentes.

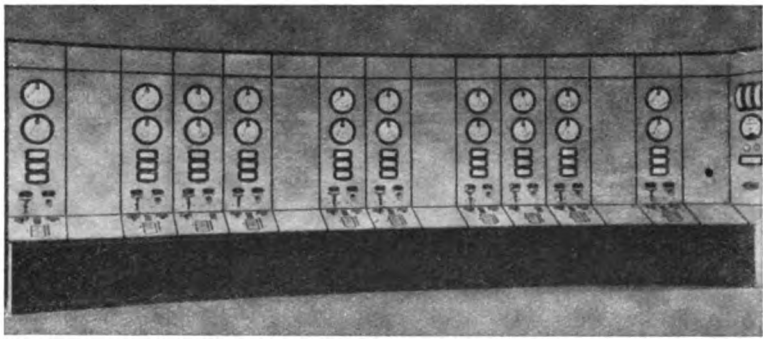


Abb. 3. Kraftwerk Lauta: Schaltwarte, Umformerseite.

In England entwickelte man schon um die Jahrhundertwende Profilinstrumente sowie Instrumente in der bekannten Weston-Form, deren Skalen von hinten beleuchtet wurden. Die letztgenannten Instrumente wurden, wie aus der Abb. 5 hervorgeht, gern als Netzspannungsmesser benutzt und an den Enden der Tafel an einem drehbaren Arm befestigt. Bei diesen Weston-Instrumenten waren nur die Skala und die Zeigerspitze sichtbar, während der übrige Teil des Instrumentes verdeckt war. In der Praxis hat sich aber gezeigt, daß man diejenigen Instrumente am besten beobachten kann, deren Zeiger in der ganzen Länge sichtbar sind. In manchen, mit Leuchtschaltbildern ausgerüsteten Warten werden Profilinstrumente verwendet, deren Skalen von hinten beleuchtet sind.

Digitized by Google

Diese als Schattenpfeilinstrumente bekannte Bauart zeigt Abb. 6. Bei dieser Anordnung liegen die Instrumente gleicher Gattung nicht nebeneinander.

Die Länge der Skala spielt bei den Instrumenten für Abzweige nicht die große Rolle wie bei den Maschinenmeßinstrumenten. Es lassen sich demnach für Abzweige quadratische oder rechteckige Instrumente mit Vorteil ver-

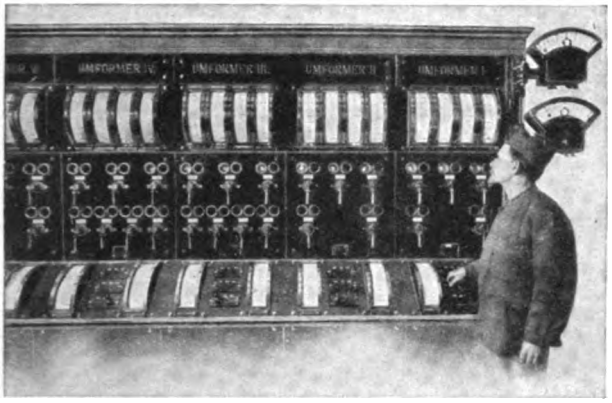


Abb. 5. Bewag, Umformerwerk Alte Jakobstraße: Schalttafel.

wenden, wenn man an der Höhe oder Breite der Tafel sparen will. Auch für Schaltpulte sind die quadratischen und rechteckigen Formen von Instrumenten sehr geeignet.

Will man genaue Vergleiche bei Instrumenten von verschiedener Form hinsichtlich ihres Platzbedarfes anstellen, dann muß man, streng genommen, die Skalenlängen miteinander vergleichen.

Die neuzeitliche Instrumententechnik hat raumsparende Meßgeräte geschaffen, die sich dahin auswirken, daß z. B. ein Instrument mit einem Durchmesser von

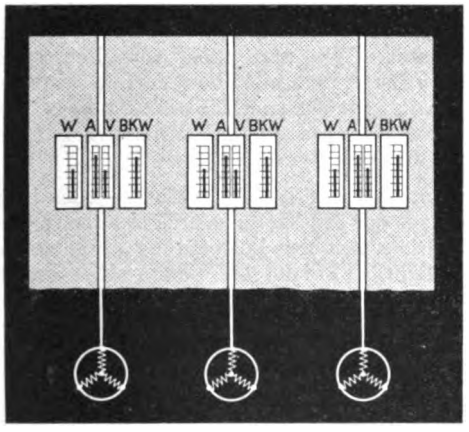


Abb. 6. Schattenpfeilinstrumente im Schaltbild.

225 mm heute dieselbe Skalenlänge besitzt, welche früher ein Instrument mit 350 mm Außendurchmesser aufwies. Diese Raumersparnis wurde in erster Linie durch einen schmaleren Meßinstrumentenrahmen erreicht. Da es dem Schaltwärter bei der Ablesung nicht auf die Größe des Instrumentes, sondern nur auf die Skalenlänge ankommt, so ist also heute ein Instrument mit 225 mm Dmr. gleichwertig dem früheren Gerät mit 350 mm Dmr. Durch den Einbau des neuen Instrumentes von 225 mm Dmr. kann an der Felderbreite und Höhe gespart werden, ohne den wichtigsten Gesichtspunkt vernachlässigen zu müssen, der darin besteht, daß dem Bedienenden beim Steuern und Regeln der Überblick über sämtliche Meßgeräte gewahrt bleibt. Voraussetzung ist hierfür nur, daß die einwandfreie Verlegung der Meß- und Steuerleitungen auf der Rückseite der Tafeln und die Unterbringung der Steuerapparate auf den Pulten diese Einsparung zuläßt. Um eine lange Skala in einem kleinen Gehäuse unterbringen zu können, wurden schon in den früheren Jahren die Skalen in der Form des Zifferblattes einer Uhr ausgeführt, d. h. die Skalenlänge umfaßt 360 ° des Instrumentes.

Eine raumsparende Wirkung läßt sich bei Betätigungsschalttafeln für Hochspannungsabzweige auch dadurch erzielen, daß man ungefähr in der Mitte der Schalttafelhöhe das Blindschaltbild der Sammelschiene vorsieht und, von hier ausgehend, nach oben und unten die Apparate

Abb. 7. Amerikanische Meßinstrumententafel, zweiseitig, aufklappbar.

für die Abzweige anordnet. Diese Ausführungsart einer Verteilungstafel ist nicht neu, sondern im wesentlichen schon in Abb. 1 auf den Seitentafeln dargestellt.

Schreibende Instrumente und Schnellregler beeinflussen die Breite eines Maschinenfeldes sehr, wenn diese auf der Vorderfront eingebaut werden müssen. In Fällen, wo es sich um schwierige regeltechnische Aufgaben handelt, ist es oft notwendig, auch die schreibenden Instrumente im Blickfeld des Bedienenden, d. h. auf der Hauptschalttafel, unterzubringen.

Um die beste Übersichtlichkeit zu erzielen, ist es notwendig, auf den Tafeln einer Warte nur diejenigen Instrumente anzuordnen, die für eine dauernde Überwachung unbedingt erforderlich sind. Für Relais, Zähler und Schnellregler werden deshalb heute fast allgemein eigene Tafeln vorgesehen, die hinter, ober- oder unterhalb der Meßinstrumententafel in der Warte zur Aufstellung gelangen.

Die Relais und Zähler können auch auf einer drehbaren Tafel unmittelbar hinter der Rückseite der Meßinstrumententafel angebracht werden, ohne daß dadurch der Raum der Warte vergrößert werden muß. Abb. 7 zeigt eine amerikanische zweiseitige Meßinstrumententafel, die aufklappbar eingerichtet ist.

Digitized by Google

Im Gegensatz zu den Maschinenstromkreisen empfiehlt es sich, bei den Verteilungstafeln mehrere Abzweige auf einem Felde unterzubringen. Die Länge der Tafel läßt sich nicht etwa dadurch verkürzen, daß man dazu übergeht, die Meß- und Steuerapparate eines Abzweiges auf einer besonderen Platte einzubauen, wie dies bei den Maschinenfeldern üblich ist. Für den Platzbedarf der Verteilungstafel in der Warte ist es gleichgültig, ob man auf einem Felde von 800 mm Breite die Überwachungsgeräte für vier Abzweige unterbringt, oder ob man diese Apparate auf vier Tafeln von je 200 mm Breite setzt.

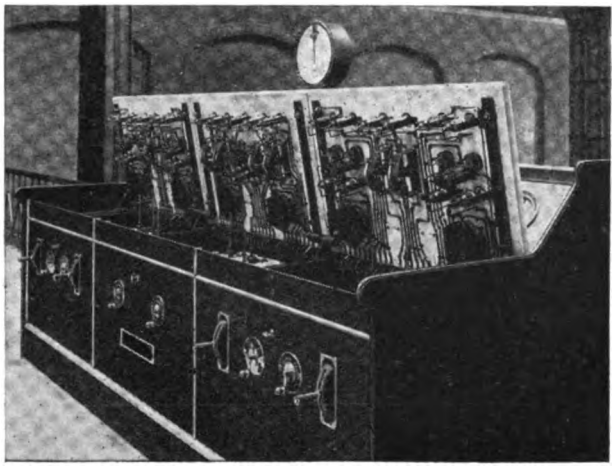


Abb. 8. El.-W. Amsterdam, 1908: Schaltpult aufklappbar.

Aus den obigen Ausführungen ist zu erkennen, mit welchen Schwierigkeiten der Konstrukteur zu kämpfen hat, wenn er sich, was leicht verständlich ist, für alle vorkommenden Fälle auf eine bestimmte Felderbreite festlegen möchte.

In einem Vortrag, den der Verfasser seinerzeit an der T. H. München gehalten hat, konnte er an Hand von Bildunterlagen nachweisen, daß die Breitenabmessungen aller in Benutzung stehenden Meßinstrumententafeln der Welt sich verhalten wie 1 : 10. Bei der Anordnung von sehr schmalen Maschinenfeldern läuft man Gefahr, daß Meß- und Steuerapparate, die auf die Vorderseite der Tafel gehören, zum Nachteil des Betriebes auf der Rückseite, d. h. einer weniger übersichtlichen Stelle, ihren Platz finden müssen. Oder aber man wird gezwungen, die Steuerapparate so tief unten auf der Tafel anzubringen, daß der Wärter während der Regelung nicht einmal die oben auf der Tafel angebrachten Instrumente der zu regelnden Maschine beachten kann.

In der Einleitung wurde bereits darauf aufmerksam gemacht, daß der Platzbedarf der Warte auch abhängig ist von den Meß- und Steuerleitungen, welche im Innern eines Schaltpultes oder auf der Rückseite der Tafel verlegt werden müssen. Um nun bequem an die Klemmen der Leitungen und Steuerapparate gelangen zu können, richtete man das auf der Rückseite eines Pultes sitzende Verkleidungsblech zum Abnehmen ein. Wenn die Schaltpulte jedoch auf einer sehr hoch im Maschinenhaus angebrachten Galerie dicht am Geländer stehen müssen, dann ist die Rückseite der Pulte nicht mehr zugänglich, und man ist daher gezwungen, die Pultplatte aufklappbar einzurichten, wie dies Abb. 8 zeigt. Es kommen auch Fälle vor, in denen es unmöglich ist, alle Klemmen der Meß- und Steuerleitungen im Innern eines Pultes unterzubringen, so daß man sich dazu entschließen muß, unterhalb des Pultes einen Raum zu schaffen, in welchem man die Klemmen einbaut (Abb. 9). Steht zur Einzel- oder Gruppenverlegung der Steuer- und Meßleitungen nicht der genügende Platz zur Verfügung, so muß man sie in Bündeln zusammenfassen. In den V. S. Amerika verwendet man gern mit Asbest isolierte Meßleitungen, die in Bündeln wie ein Kabel zusammengefaßt werden, um die Verbindung von dem Endverschluß zu den Meßinstrumenten oder Relais herzustellen. Die Anordnung der Meß- und Prüfklemmen geschieht in der verschiedensten Weise. Es ist nicht möglich, an dieser Stelle auf die verschiedenen Anordnungen einzugehen. Hauptsache ist, daß die Klemmen bequem für Kontrollzwecke zu erreichen sind. Verlangt der Betrieb auf der Rückseite der Meßinstrumententafel unmittelbar hinter jedem Instrument eine Prüfklemme, die bequem zugänglich sein soll, dann ergibt es sich von selbst, daß die Tafel entsprechend breiter ausgeführt werden muß.

Was nun die Verlegung der Meßleitungen in farbiger Ausführung anbetrifft, so weichen die Ansichten der Betriebsleiter sehr voneinander ab. Die schon vor 30 Jahren hier und da angewendete Verlegung von farbigen Meßleitungen wurde im Laufe der letzten Jahre meistenteils verlassen. Heute scheint man dieselbe hier und da wieder zu bevorzugen. Will man nicht alle Leitungen farbig verlegen, so ist es bestimmt von Vorteil, wenn man zum mindesten die Gleichstrom-, Stromwandler- und Spannungswandlerleitungen durch Farben voneinander unterscheiden kann.

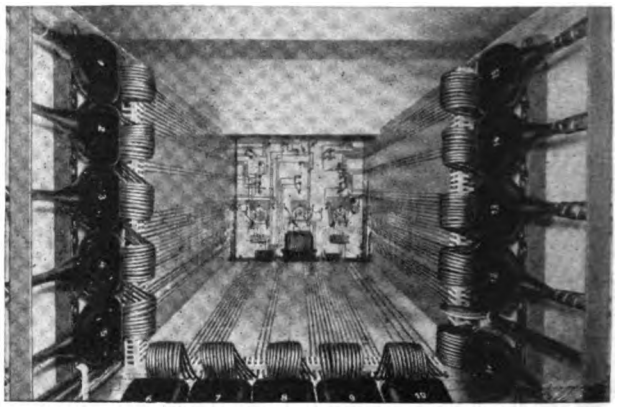


Abb. 9. Klemmenanordnung in einem besonderen Stockwerk unterhalb des Pultes.

Man hat schon frühzeitig versucht, jedes einzelne Instrument von der Rückseite oder Vorderseite aus zu beleuchten. Diese Art der Beleuchtung hätte zunächst den Vorteil gehabt, daß man die Lampen bei den nicht im Betrieb befindlichen Instrumenten ausschalten konnte und der Wärter auf diese Weise an den beleuchteten Instrumenten sofort sah, welche Felder in Betrieb waren. Aber trotz dieses Vorteiles hat allgemein die indirekte Beleuchtung den Vorrang behauptet[2]).

Zusammenfassung.

Die betrieblichen Forderungen in bezug auf die Besetzung der Felder einer Warte, insbesondere der Maschinenfelder, können verschieden gelöst werden. Raumsparende Maßnahmen wurden beschrieben und der Nachweis erbracht, daß der zu weitgehenden Unterteilung der Felder Grenzen gesetzt sind, die sich aus den Erfordernissen des Betriebes und der Übersicht ergeben.

[2]) ETZ 58 (1937) H. 12, S. 329 u. 330, Abb. 11 u. 15.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 396. 623. **2. Ausgabe, Oktober 1937**

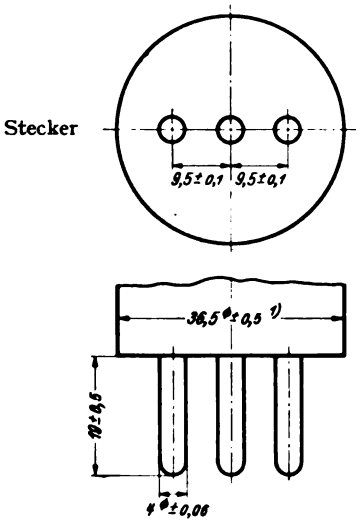
Rundfunkgerät

Steckvorrichtung für Lautsprecher

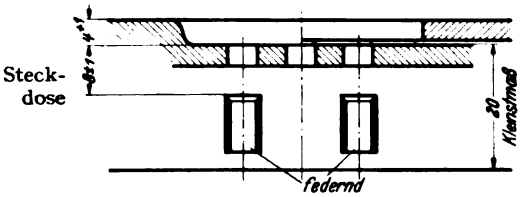
Elektrotechnik

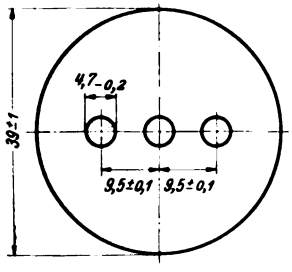
DIN
Entwurf 1
VDE 1519

Maße in mm



Der Mittelstift darf nur mittels Werkzeug entfernt werden können.





Der Mittelstift darf grundsätzlich nicht zum Anschluß des Sprechstromkreises verwendet werden.

1) Dieser Durchmesser darf innerhalb eines Abstandes von 5 mm von der Stirnfläche des Steckers aus gemessen nicht überschritten werden.

Diese Norm ersetzt den Stecker für Lautsprecher mit 3 Stiften nach DIN VDE 1519, soweit er für Lautsprecher verwendet wurde.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Hochfrequenztechnik.

Durch die Normgruppe Rundfunk der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie sind im Namen des Unterausschusses „Geräte" die nachstehend veröffentlichten Normblätter aufgestellt worden:

DIN VDE 1519 Steckvorrichtung für Lautsprecher (2. Ausg.),
DIN VDE 1522 Stecker für Antenne und Erde,
DIN VDE 1523 Steckvorrichtung für Tonabnehmer und Mikrophone,
DIN VDE 1550 Skalenlampen,
DIN VDE 1560 Fünfpoliger Seitenkontaktsockel, Fassung, Lehren,
DIN VDE 1561 Röhrensockel mit 5 Seitenkontakten, Lehre für Sockel,
DIN VDE 1564 Achtpoliger Seitenkontaktsockel, Fassung, Lehren,
DIN VDE 1565 Röhrensockel mit 8 Seitenkontakten, Lehre für Sockel,
DIN VDE 1590 Betätigungsrichtung der Bedienungsteile.

Einsprüche gegen diese Entwürfe sind bis zum 1. November 1937 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 396. 67 **Oktober 1937**

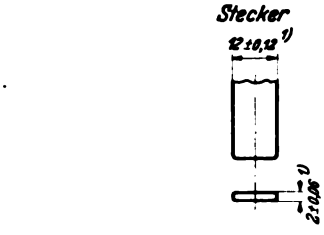
Rundfunkgerät

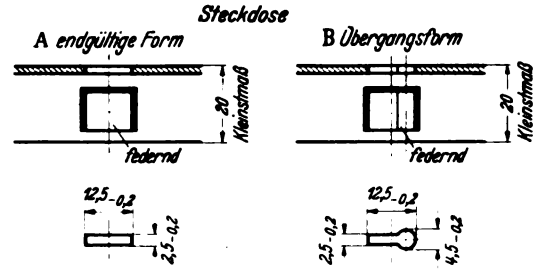
Stecker für Antenne und Erde

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 1522

Maße in mm





1) Diese Maße müssen innerhalb eines Abstandes von 18,5 mm, von der Stirnfläche des Stiftes aus gemessen, eingehalten sein.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Digitized by Google

612. 396. 699. 22 Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr. Oktober 1937

Rundfunkgerät

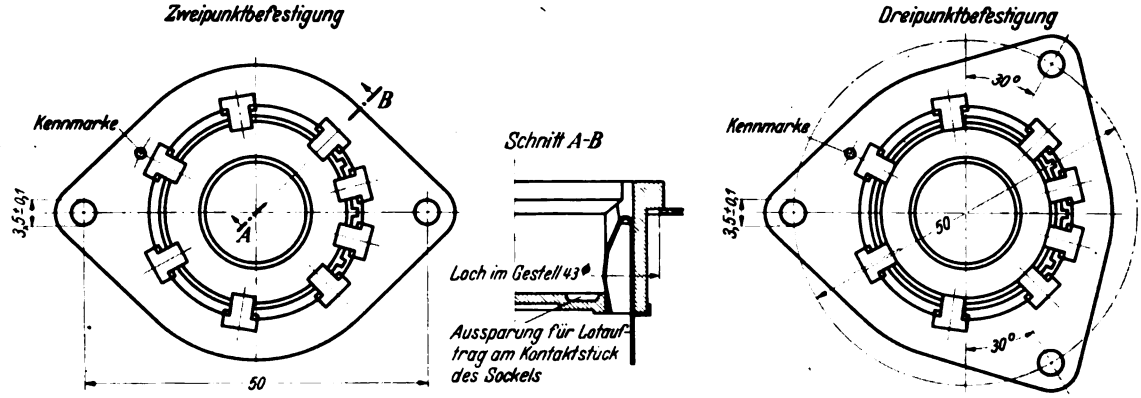
Achtpoliger Seitenkontaktsockel

Fassung Lehren Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 1564

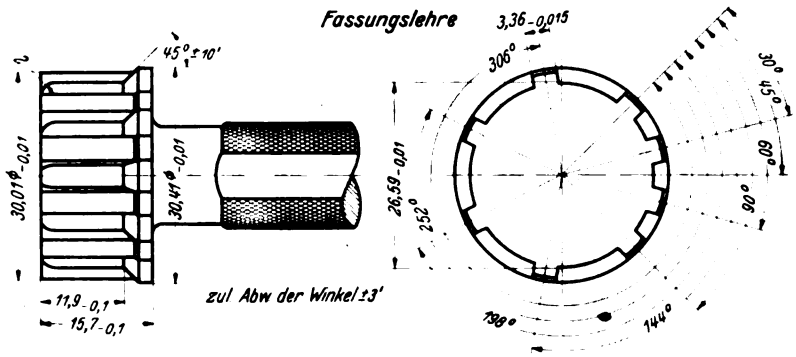
Maße in mm

Fassung mit federnden Kontakten

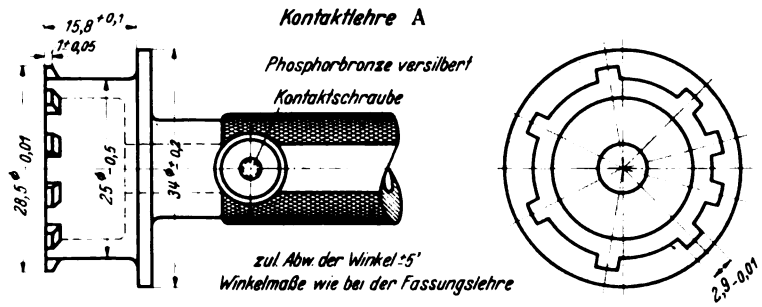


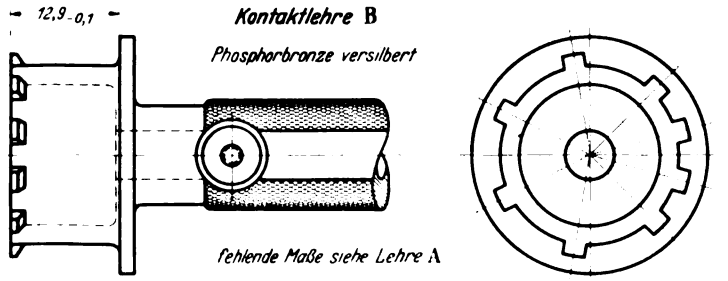
Die Fassung muß so ausgebildet sein, daß bei falscher Einführung des Sockels nach DIN VDE 1565 eine auch nur einpolige Kontaktgabe unmöglich ist.

Lehren



Bei Einführung der Fassungslehre bis auf den Grund der unbestückten Fassung muß die obere Ringfläche der Lehre mit der Oberkante der Fassung in einer Ebene liegen.





Bei Einführung der Kontaktlehren A und B in die bestückte Fassung bis zum Anliegen der Bunde darf der Übergangswiderstand zwischen jeder Kontaktfeder der Fassung und der Lehre höchstens 10 mΩ betragen.

Fehlende Maße sind freie Maße.

Digitized by Google

621. 396. 699. 22 Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr. Oktober 1937

Rundfunkgerät

Röhrensockel mit 8 Seitenkontakten

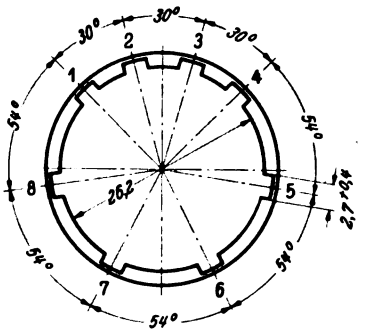
Lehre für Sockel

Elektrotechnik

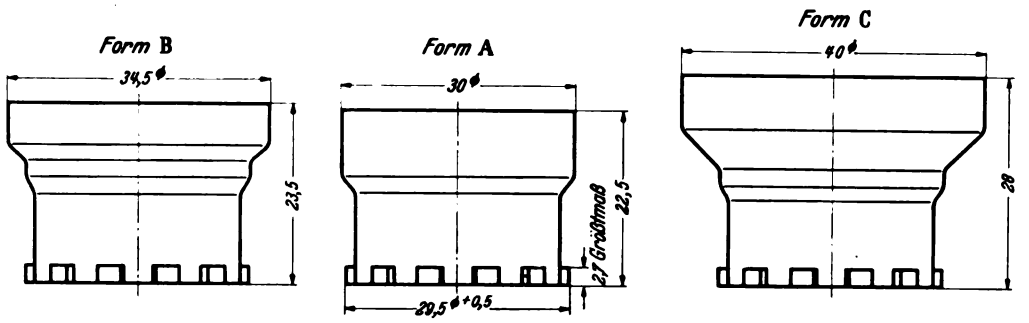
DIN
Entwurf 1
VDE 1565

Maße in mm

Sockel

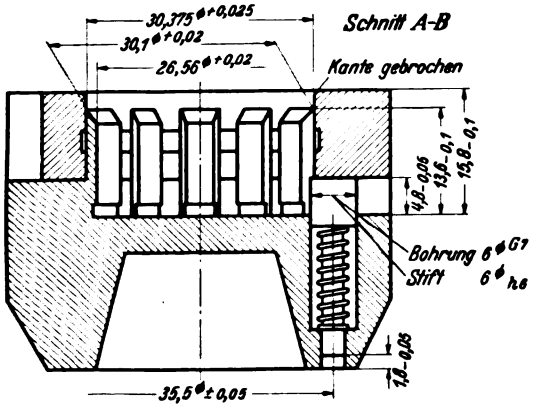


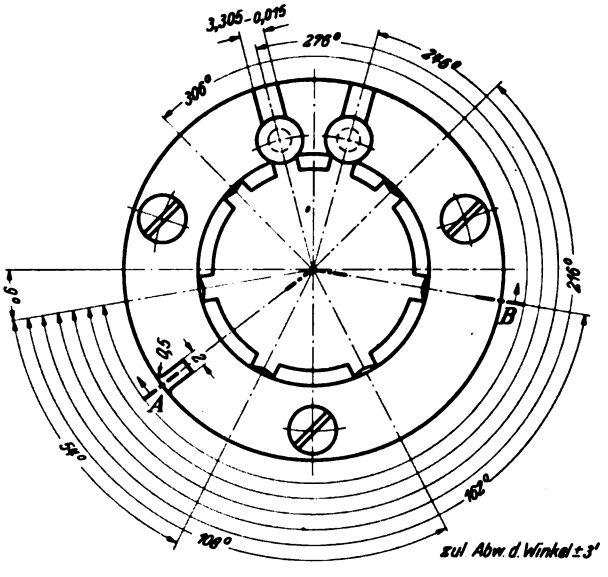
Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich.



Der Sockel muß auf Mitte Kontaktstelle 6 eine fühlbare erhabene Kennmarke (Rippe) haben.

Lehre





Die Kittstelle zwischen Glaskolben und Sockel verträgt eine Zuglast von höchstens 7 kg.
Fehlende Maße sind freie Maße.

Der zu prüfende Sockel ist so weit wie möglich in die Lehre einzuführen. Dann müssen alle Stifte mit der unteren Lehrenoberfläche in einer Ebene liegen oder hervorragen.

Digitized by Google

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 396. 69 Oktober 1937

Rundfunkgeräte

Betätigungsrichtung der Bedienungsteile

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 1590

A. Begriff

Bei Rundfunkgeräten und -Verstärkern ist die Betätigungsrichtung die vom Bedienungsort aus gesehene Bewegungsrichtung des Bedienungsteils, bei der die veränderbare Wirkung vergrößert wird.

B. Betätigungsrichtung

Die Betätigungsrichtung eines drehbaren Bedienungsteils ist dessen Drehung im Uhrzeigersinn.

Die Betätigungsrichtung eines verschiebbaren Bedienungsteils ist wie folgt festgelegt:

Bedienungsort	Seite des Gehäuses, auf der sich die Bedienungsteile befinden	Verschieberichtung des Bedienungsteils
Vor dem Gehäuse	Vorderseite	nach oben nach rechts nach außen
	Oberseite	nach hinten nach rechts nach oben
	linke oder rechte Seite	nach oben nach hinten nach außen (links oder rechts)
Hinter dem Gehäuse	Rückseite	nach oben nach rechts nach außen

C. Einzelbestimmungen

1. Wirkung der Bewegung des Bedienungsteils in der Betätigungsrichtung:

Bedienungsteil	Wirkung
Einschalter	Inbetriebsetzen des Gerätes
Wellenschalter	von kurzen über mittlere zu langen Wellen
Tonabnehmerschalter	Einschalten des Tonabnehmers
Lautstärkeregler	Vergrößerung der Lautstärke
Werden zwei oder mehrere Schalter oder Regler durch einen gemeinsamen Griff nacheinander betätigt, so ist obige Reihenfolge einzuhalten.	
Abstimmknopf	Übergang zu längeren Wellen
Orts-, Fernschalter	Übergang zu fernen Sendern
Hochfrequenz-Bandbreitenregler	Ausdehnung des Hochfrequenzbandes
Klangregler	Ausdehnung oder Erhöhung des Tonfrequenzbandes
Geschwindigkeitsregler für Plattenspieler	Erhöhung der Drehzahl des Plattentellers

2. Werden Skalen mit Sendernamen versehen, so sind die Namen nach steigenden Wellenlängen
auf festen Skalen nach rechts oder nach oben,
auf drehbaren Skalen im Uhrzeigersinn anzuordnen.

D. Kennzeichnung bei Sonderfällen

Wird in Sonderfällen von den unter B festgelegten Betätigungsrichtungen abgewichen, so muß in der Nähe des Bedienungsteils oder an diesem selbst ein Richtungspfeil oder ein anderes Kennzeichen angebracht sein, das die Bewegungsrichtung zur Vergrößerung der Wirkung kennzeichnet.

Eine durch das Gehäuse hindurchgehende Achse erhält z. B. an beiden Enden je einen Bedienungskopf.

In diesem Fall erhält der Bedienungskopf, dessen Betätigungsrichtung der Norm entspricht, obige Kennzeichnung.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

621. 396. 623 Oktober 1937

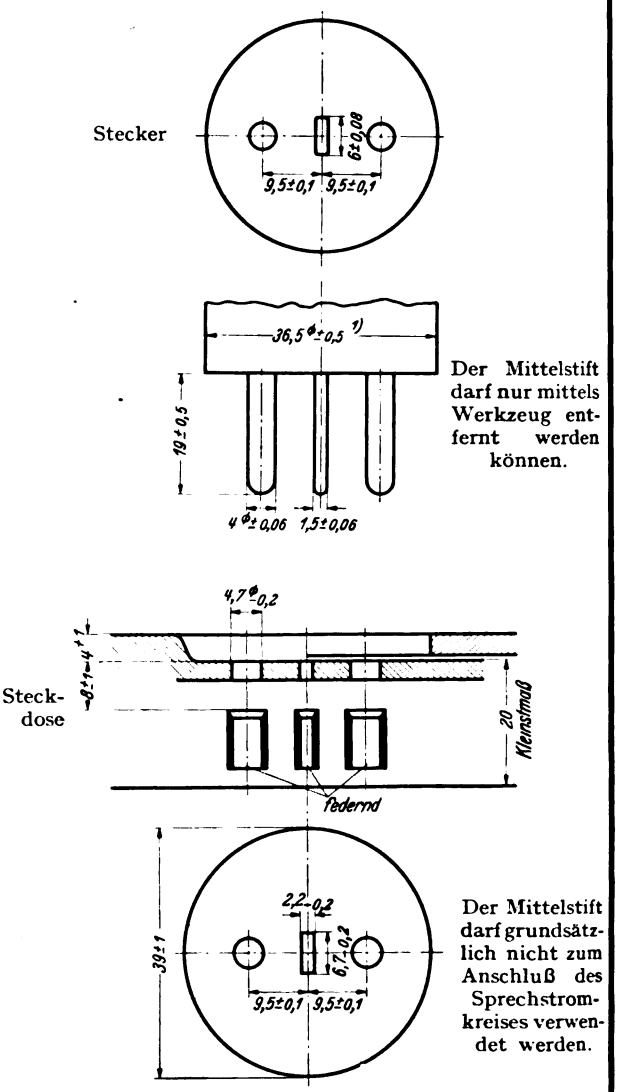
Rundfunkgerät

Steckvorrichtung für Tonabnehmer und Mikrophone

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 1523

Maße in mm



1) Dieser Durchmesser darf innerhalb eines Abstandes von 5 mm von der Stirnfläche des Steckers aus gemessen nicht überschritten werden.

Der Mittelstift des Steckers ist mit der Abschirmung des Tonabnehmers zu verbinden.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Ausschuß für Freileitungen.

In der Veröffentlichung des Ausschusses für Freileitungen in Heft 38, S. 1046 sind Druckfehler unterlaufen. Es muß heißen auf S. 1046, rechte Spalte:

Zeile 15: „der ideelle Schlankheitsgrad" statt „ideale Schlankheitsgrad";

Zeile 16: „$\lambda_i = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{n}{2} \cdot \lambda_1^2}$" statt „$\lambda_1 = \sqrt{\ldots\ldots}$";

Tafel VI a: „Handelsbaustahl" statt „Handelsbaustahl St 00.12".

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
i. V. Zimmermann

Digitized by Google

621. 396. 699. 22 Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr. Oktober 1937

Rundfunkgerät

Röhrensockel mit 5 Seitenkontakten

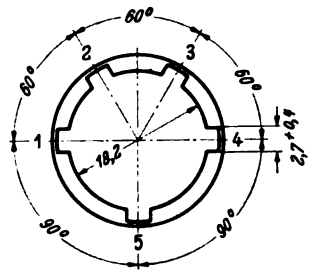
Lehre für Sockel

Elektrotechnik

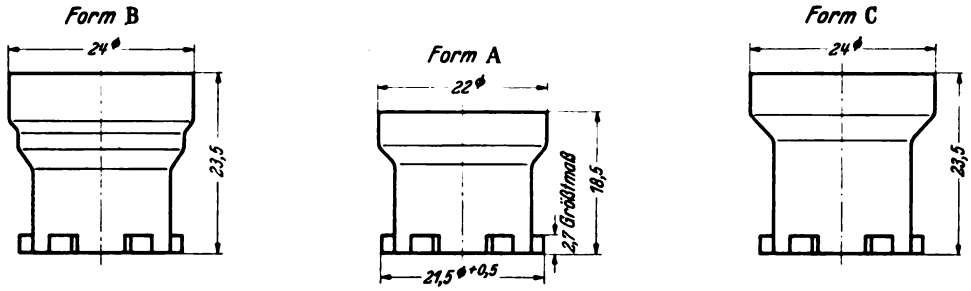
DIN
Entwurf 1
VDE 1561

Maße in mm

Sockel

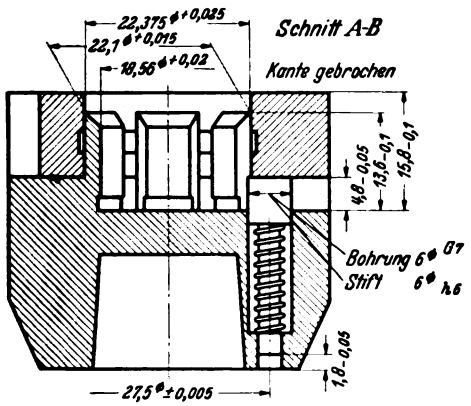


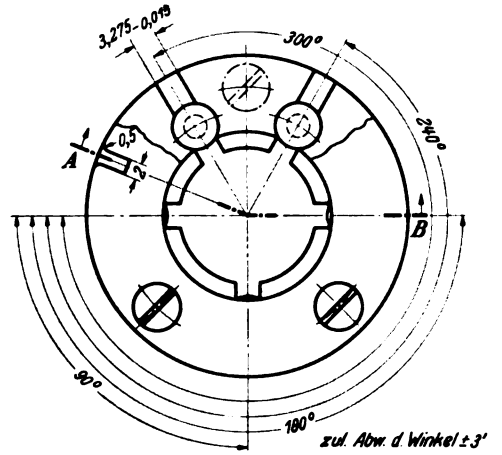
Die bildliche Darstellung ist für die Ausführung nicht verbindlich.



Der Sockel muß auf Mitte Kontaktstelle 5 eine fühlbare erhabene Kennmarke (Rippe) haben.

Lehre





Die Kittstelle zwischen Glaskolben und Sockel verträgt eine Zuglast von höchstens 4,5 kg.
Fehlende Maße sind freie Maße.

Der zu prüfende Sockel ist so weit wie möglich in die Lehre einzuführen. Dann müssen alle Stifte mit der unteren Lehrenoberfläche in einer Ebene liegen oder hervorragen.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betr.: Erlöschen von Prüfzeichengenehmigungen.

Nachstehend wird eine Reihe von Prüfzeichengenehmigungen bekanntgegeben, welche — z. T. schon vor längerer Zeit — ihre Gültigkeit verloren haben, aber von den Genehmigungsinhabern nicht zurückgegeben wurden bzw. nicht zurückgegeben werden konnten:

1. Gen. Nr. 5095, D-Patronen 6 ··· 25 A 500 V, Pl. Nr. 520, der Firma Rudolf Bogenschütz, Frankfurt a. M.,
2. Gen. Nr. 2113, Heizkissen f. 220 V, 60 W, Pl. Nr. 42, der Firma Beurer & Co., Ulm a. D.,
3. Gen. Nr. 266/2, 1-pol. Wechselschalter 6 A 250 V f. Aufputzverlegung, Betätigung durch Zughebel, Pl. Nr. 975 der Firma Metallwarenfabrik vom Brocke, Halver i. W.

Für die unter 1. erwähnten Gegenstände besteht eine neuere Genehmigung.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann

Digitized by Google

621. 396. 623 Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr. Oktober 1937

Rundfunkgerät

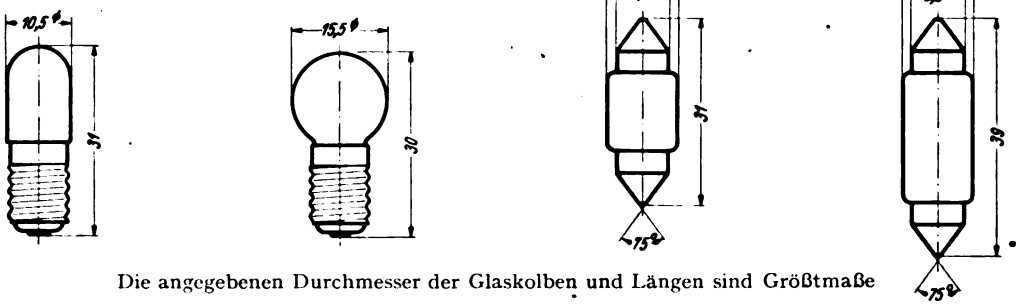
Skalenlampen

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 1550

Maße in mm

A ohne Strombrücke
B mit Strombrücke
C ohne Strombrücke
D mit Strombrücke
E
F



Die angegebenen Durchmesser der Glaskolben und Längen sind Größtmaße

Bezeichnung einer Skalenlampe Form B von Nennwerten 5 Volt und 0,2 Ampere [1]:
Skalenlampe B 5 V 0,2 A VDE 1550 [1]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Form	Nennwerte [2] (Soll-Betriebswerte)		Prüfwerte					Betriebsweise	verwendbar für
	V	A	V	A	Watt ≈	Hefnerlumen (für Klarglas) mindestens	mittlere Lebensdauer Stunden		
A, C, E, F	4	0,3	4,5	≈0,3	1,35	8,8			
	4	0,6	4,5	≈0,6	2,70	18,0	1000	parallel	Wechselstromgeräte
C, E, F	4	0,8	4,5	≈0,8	3,60	24,0			
A bis F	5	0,2	≈ 6		0,22	1,32	7,7		
	10	0,2	≈12		0,22	2,64	15,5	1000	Reihe	Allstromgeräte
C, D, E, F	15	0,2	≈18		0,22	3,96	22,2		
A, C, E, F	4	0,1	4	≈0,1	0,4	2,25	1000		
A, C	2	0,2	2	≈0,2	0,4	2,15	300	parallel	Batteriegeräte

[1] Ausführung des Glaskolbens: klar
matt
weißbesprüht oder opal } bei Bestellung angeben
gefärbt

[2] Die Lampen werden nach den Nennwerten gestempelt.

Leuchtkörper

Form A bis D	Gestreckte Großkernwendel Bügel- oder dachförmige Wendel } senkrecht zur Lampenachse angeordnet
Form E und F	Gestreckte Wendel, in Lampenachse angeordnet

Edison-Lampensockel 10 nach DIN VDE 9610.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Kundgebung der Technik

unter der Schirmherrschaft des Ministerpräsidenten

Generaloberst **Hermann Göring.**

Im Einverständnis mit dem Amt für Deutsche Roh- und Werkstoffe veranstalten das Amt für Technik, der NS.-Bund Deutscher Technik Gau Berlin mit seinen Fachgruppen: Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure, Bezirk Berlin-Brandenburg des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und dem Verein Deutscher Chemiker (Bezirksverein Groß-Berlin und Mark) gemeinsam mit der Deutschen Arbeitsfront und dem Reichsbund der Deutschen Beamten E. V. (Technischer Ausschuß) im

Marmorsaal des Zoologischen Gartens, Berlin W

Budapester Straße 20, Eingang Adlerportal

am Mittwoch, dem 13. Oktober 1937, 20^{15}

eine Kundgebung der Technik über das Thema:

„Deutsche Werkstoffe".

Es sprechen:

Oberst **Löb,** Chef des Amtes für Deutsche Roh- und Werkstoffe

Dr. phil. Dr. phil. nat. h. c. **G. Kränzlein,** Frankfurt a. M.

Einlaßkarten zum Preise von RM 0,50 sind bei den Geschäftstellen der beteiligten Organisationen erhältlich. Bei Einsendung des Eintrittspreises auf das Postscheckkonto Berlin 133 02 des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg werden die Einlaßkarten auch durch die Post zugesandt.

Digitized by Google

621. 396. 699. 22 Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr. Oktober 1937

Rundfunkgerät

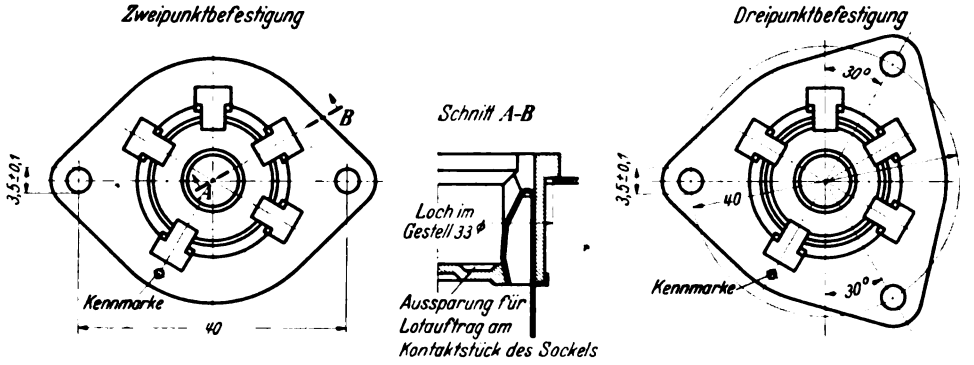
Fünfpoliger Seitenkontaktsockel

Fassung Lehren Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 1560

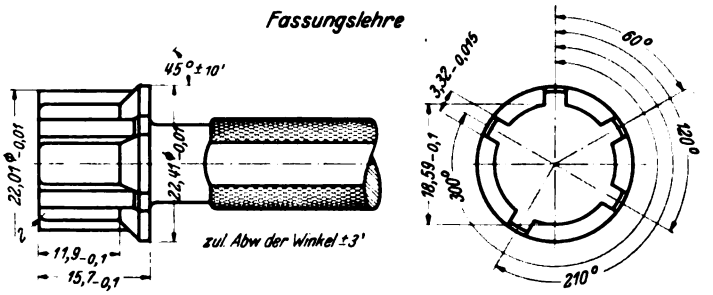
Maße in mm

Fassung mit federnden Kontakten

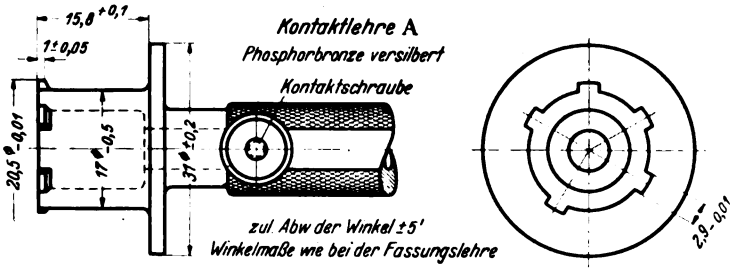


Die Fassung muß so ausgebildet sein, daß bei falscher Einführung des Sockels nach DIN VDE 1561 eine auch nur einpolige Kontaktgabe unmöglich ist.

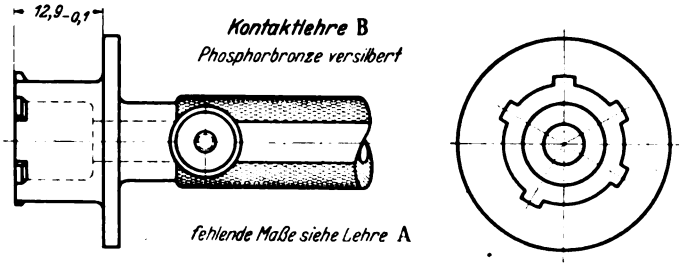
Lehren



Bei Einführung der Fassungslehre bis auf den Grund der unbestückten Fassung muß die obere Ringfläche der Lehre mit der Oberkante der Fassung in einer Ebene liegen.



Bei Einführung der Kontaktlehren A und B in die bestückte Fassung bis zum Anliegen der Bunde darf der Übergangswiderstand zwischen jeder Kontaktfeder der Fassung und der Lehre höchstens 10 mΩ betragen.



Fehlende Maße sind freie Maße.

Verband Deutscher Elektrotechniker E.V.

Besichtigung.

Am Montag, dem 18. Oktober 1937, findet eine Besichtigung der Anlagen des Boberkraftwerkes statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 9) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 6. 10. 1937 zu ersehen.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Danzig. 11. 10. (Mo), 20^{00}, T. H.: „Der heutige Stand der Fernsehübertragungstechnik". Dr.-Ing. Ring.

VDE, Bezirk Köln. 15. 10. (Fr), 20^{00}, Lesegesellschaft, Langgasse 8: „Schach dem Lichtbogen". Dipl.-Ing. König VDE.

Digitized by Google

VDE, Bezirk Kurpfalz, Mannheim. 11. 10. (Mo), 20^{15}, Handelshochschule: „Querschnitt durch die deutsche Energiewirtschaft" (m. Lichtb.). Dir. Hug VDE.

VDE, Bezirk Niederschlesien, Breslau. 13. 10. (Mi), 20^{00}, T. H.: Arbeitsgemeinschaft Jungingenieure. „Neon-Reklamebeleuchtung". Dipl.-Ing. Hintze VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. Brandis. — Am 1. Oktober d. J. sind 25 Jahre verflossen, seitdem Herr Direktor Gustav Brandis VDE in die „Hessische Eisenbahn A. G. Darmstadt" eingetreten ist. Rückschau haltend ergibt sich ein Vierteljahrhundert unermüdlicher Tätigkeit, reich an Arbeit, Mühen und geistig seelischer Anspannung, aber auch reich an Freuden und an Erfolgen. Über die Firma Felten & Guilleaume kam Brandis zum RWE, wo er Gelegenheit hatte, an Ausbauten größerer Kraftwerke und umfangreicher Stromversorgungsnetze mit-

G. Brandis.

zuwirken. Mit Gründung der Heag im Jahre 1912 trat Brandis als technischer Leiter in dieses Unternehmen ein, wurde 1918 als Direktor in den Vorstand der Gesellschaft berufen und 1933 mit der Leitung des Gesamtunternehmens als alleiniger Vorstand betraut.

Die Entwicklung der Heag aus kleinsten Anfängen zu dem heutigen Versorgungsunternehmen ist sein Werk. Vorbildliche Tarifgestaltung ermöglichte einen mustergültigen Aufschwung. Wenn die Heag sich durch ausgezeichneten Kameradschaftsgeist in der Gefolgschaft auszeichnet, dann ist das eine besondere Auswirkung der Persönlichkeit ihres Leiters. So kann Brandis, der seit 1935 auch Leiter der Bezirksgruppe Hessen der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung ist, am 1. Oktober mit Befriedigung und Stolz auf seine Tätigkeit zurückblicken. Auch die frühere Hessische Elektrotechnische Gesellschaft, jetzt VDE-Bezirk Südhessen, verdankt ihre Fortentwicklung wesentlich dem Einsatz und der zielbewußten Förderung von Gustav Brandis. W. Bach VDE.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 315 + .316. 1

Installationstechnik und Elektromaterial für Hausanlagen. Von W. Klement. Bd. 1 von H. Pohl, Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. 15. Aufl. Mit 216 Abb., VII u. 157 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 2,80 RM.

Das bekannte Buch von H. Pohl „Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen" erscheint in seiner fünfzehnten neubearbeiteten Auflage in mehreren Teilen. Die vorliegende Broschüre von Wilhelm Klement ist der erste Teil der Gesamtbearbeitung. Er behandelt die bei der Herstellung der elektrischen Anlagen in Wohnräumen und Werkstätten verwendeten Materialien und ihre Verarbeitungsverfahren. Die Darlegungen beschränken sich bewußt auf die Stromverbrauchsanlagen mit Spannungen bis zu 250 V gegen Erde, erstrecken sich aber auch auf die Installation in Räumen mit besonderen Eigenarten, deren Herstellung besondere Vorsicht und Kenntnisse verlangen. In knappen, beschreibenden Erläuterungen werden praktische Ratschläge erteilt und durch Beispiele mit leicht verständlichen bildlichen Darstellungen dem Verständnis des Projekteurs wie auch des bei der Herstellung praktisch tätigen Installateurs nähergebracht. Darüber hinaus dürften sich auch dem Konstrukteur manche begrüßenswerte Hinweise geben. Es ist die ausgesprochene Absicht des Buches, die Betriebssicherheit und die Lebensdauer der elektrischen Anlagen durch eine zweckdienliche Anleitung der mit ihrer Herstellung befaßten Personen zu erhöhen. Der eingeschlagene Weg, die bezüglichen VDE-Vorschriften durch besondere Erwähnung an geeigneter Stelle für die Praxis lebendig zu machen, scheint den Erfolg zu sichern und macht das Buch zu einer wertvollen Bereicherung der theoretischen Anleitungen für den angehenden Installateur, soweit er sich über die grundsätzlichen Fragen bereits klar geworden ist. K. Krohne VDE.

621. 319. 45

Elektrolyt-Kondensatoren. Ihre Entwicklung, Wissenschaftliche Grundlage, Herstellung, Messung und Verwendung. Von A. Güntherschulze und H. Betz. Mit 126 Abb. u. 178 S. Verlag M. Krayn, Berlin.

Die Verfasser können das Verdienst für sich in Anspruch nehmen, zum ersten Male eine annähernd vollständig zusammenfassende Darstellung des über die Elektrolytkondensatoren angesammelten Wissens zu geben, das bisher im Schrifttum zerstreut war, und haben sich dadurch den Dank all derer verdient, die sich mit diesem jüngsten Zweige der Kondensatortechnik beschäftigen oder eine Einführung in das Gebiet suchen. Der erstgenannte der beiden Verfasser ist seit mehr als 30 Jahren auf dem Gebiete der elektrischen Ventile tätig und dürfte daher der gegebene Lehrmeister sein.

Der Stoff ist gegliedert in einen physikalischen bzw. chemischen Teil, der etwa die Hälfte des Buches umfaßt, die Vorgänge bei der elektrolytischen Ventilwirkung eingehend behandelt und auf der damit geschaffenen Grundlage die Einflüsse der mannigfachen Veränderlichen bei den Elektrolytkondensatoren selbst erörtert, und einen mehr technisch orientierten Teil, der eingangs den Aufbau praktisch ausgeführter Kondensatoren und deren Eigenschaften bringt. Wenn man auch in Einzelheiten abweichender Meinung sein kann und die allerletzte Entwicklung vermißt, so muß man doch die Gesamtdarstellung dieser Abschnitte als außerordentlich gut gelungen ansehen. Der folgende Absatz über die Verwendung der Elektrolytkondensatoren ist leider etwas kurz geraten. Hier wird einerseits gesagt, daß Elektrolytkondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors von Starkstromnetzen geeignet seien; anderseits wird dem im unmittelbar folgenden Abschnitt durch die Bemerkung widersprochen, daß die Kondensatoren im Dauerbetrieb zu heiß werden. Auch seitens namhafter Fachleute werden in die Verwendbarkeit der Elektrolytkondensatoren für den vorgenannten Zweck erhebliche Zweifel gesetzt. Das nächste Kapitel behandelt unter den Meßverfahren besonders die der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Es folgt eine Sammlung der einschlägigen Patente deutschen und amerikanischen Ursprungs, die wertvolle Aufschlüsse vermittelt. Den Abschluß bildet ein Schrifttumverzeichnis.

Vielleicht ließen sich die angedeuteten Schönheitsfehler bei einer zweiten Auflage, die bei dem starken Bedürfnis nach einem derartigen Buch zweifellos bald folgen wird, beseitigen.

Die äußere Aufmachung des Buches ist gut. G. Zickner.

Digitized by Google

621. 3 : 629. 113

Die Auto-Elektrik. Von Ing. H. Kümmet. Mit 141 Abb., VII u. 165 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 6 RM.

Ein leicht lesbares Buch, dessen Inhalt durch die vorangestellte Einführung in die Grundgesetze der Elektrizitätslehre und die Erläuterungen der Grundlagen der Elektrotechnik auch Laien oder Fachanfängern verständlich gemacht wird. Die Reihenfolge der Ausführungen ist logisch gegliedert. Nach einer Besprechung der Dynamomaschinen und Elektromotoren, ihrer grundsätzlichen Bauarten, Schaltungen und Eigenschaften geht der Verfasser zur Erläuterung der Sonderausführungen der in Kraftwagen verwendeten Lichtmaschinen über und des näheren auf die verschiedenen Arten ihrer Regelung ein. Weiter wird eine Beschreibung der zugehörigen Batterien, ihrer Kapazitäten, der Ladung und Entladung sowie ihrer Wartung gegeben, wobei auf das Zusammenarbeiten dieser beiden Hauptteile der elektrischen Kraftwagenausrüstung ausführlich eingegangen wird.

Anschließend werden der Anlasser, d. h. der Anlaßmotor in seinen verschiedenen Ausführungen, beschrieben und die Verfahren, ihn mit dem Brennkraftmotor in Verbindung zu bringen, unter eingehender Erläuterung mehrerer Anlasser-Ausführungen angegeben.

Das folgende Kapitel ist der Zündung gewidmet, und zwar der Batteriezündung mit Zündspule, Kondensator und Unterbrecher und der Magnetzündung in verschiedenen Ausführungen.

Im 6. Abschnitt geht der Verfasser auf die Lichtanlaßmaschine, d. h. die Maschine, die sowohl als Lichtdynamo wie auch als Anwurfmotor verwendet werden kann, und auf den Lichtanlaßzünder, der außer der Funktion des Lichtgebens und des Anlassens auch noch die der Zündung hat, näher ein.

Im Schlußteil werden dann die Beleuchtungsanlage und die sonstigen Stromverbraucher im Kraftwagen besprochen.

Sehr wertvoll für das Verständnis des Lesers sind die zahlreichen Abbildungen und Skizzen von Maschinen, Apparaten und Schaltplänen. Die dazu gegebenen Erklärungen sind dem Verständnis des handwerksmäßig vorgebildeten Facharbeiters in seinen Lehrjahren angepaßt.

Ein Sachregister erleichtert die Auffindung gesuchter Einzelheiten. Alles in allem — ein Buch, das besonders Lernenden empfohlen werden kann. W. Rödiger VDE.

621. 314. 22. 08

Instrument transformers. Their theory, characteristics and testing. A theoretical and practical handbook for testrooms and research laboratories. Von B. Hague. Mit 300 Abb., XXIV u. 656 S. im Format 145 × 220 mm. Verlag Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd., London 1936.

Der Verfasser, dessen Buch über Wechselstrombrücken in Deutschland wohlbekannt ist, gibt in dem vorliegenden Werk eine umfassende Darstellung von Theorie, Eigenschaften und Prüfung der Meßwandler. Aus einem systematischen Studium der verschiedenen Verfahren zur Prüfung von Meßwandlern ist dieses Lehrbuch hervorgegangen, das mit wissenschaftlicher Sorgfalt wohl alle nennenswerten im Schrifttum verstreuten Aufsätze aus dem Meßwandlergebiet verarbeitet. Gewisse Beschränkungen hat sich der Verfasser bei der Auswahl des Stoffes auferlegt: so wird auf die Wandler für Schutzzwecke (Relaiswandler) und auf die Relaisschaltungen nicht näher eingegangen; Wandler für andere als technische Frequenzen werden nicht behandelt, und schließlich werden die Fragen des technischen Entwurfes der Wandler nicht berührt, da es dem Verfasser im wesentlichen darauf ankam, die wissenschaftlichen Grundsätze zu entwickeln.

Das Buch gliedert sich in fünf Abschnitte. Der erste Abschnitt, Theorie und Eigenschaften der Meßwandler überschrieben, umfaßt etwa die Hälfte des Buches und bringt nach einem Hinweis auf die wichtigsten Bestimmungen der Wandlerregeln in den verschiedenen Ländern je für Strom- und Spannungswandler Theorie, Vektordiagramme, die Beziehungen für Übersetzungs- und Winkelfehler, das kennzeichnende Verhalten, die verschiedenen Verfahren zur Verringerung der Fehler, Einfluß des Kernmaterials und der Kunstschaltungen und die typischen Konstruktionsbeispiele. Ein beträchtlicher Stoff ist hier zusammengetragen. Es dürfte kaum eine bemerkenswerte Wandlerform des In- und Auslandes fehlen. Das Verhalten der Wandler bei Überstrom und Überspannung, die Schutzmaßnahmen und schließlich das Zusammenarbeiten der Wandler mit den angeschlossenen Instrumenten werden hier behandelt. Die zweite Hälfte des Buches befaßt sich in den Abschnitten 2 bis 5 ausschließlich mit der Prüfung von Wandlern. Zunächst werden die bei der Wandlerprüfung benutzten Apparate, wie Normalwiderstände, Induktivitäten und Kondensatoren, die Wechselstromkompensatoren, Normalwandler, Meßgeräte usw., behandelt. Die folgenden Abschnitte bringen in großer Vollständigkeit die Verfahren zur Prüfung von Strom- und Spannungswandlern auf Übersetzungs- und Winkelfehler. Der letzte Abschnitt befaßt sich mit der Prüfung der Wandler auf Erwärmung und Isolationsfestigkeit.

Das Buch enthält eine erstaunliche Fülle von Schrifttumshinweisen, die bis Juli 1935 reichen. Das deutsche Schrifttum macht etwa knapp die Hälfte aus. Der entscheidende Anteil, den die deutsche Industrie und Wissenschaft an der Entwicklung der Meßwandler hat, geht hieraus deutlich hervor. Das klar und flüssig geschriebene Buch ist als Hand- und Lehrbuch und als Quellennachweis dem auf dem Wandlergebiete und in der Wechselstrommeßtechnik tätigen Ingenieur unbedingt zu empfehlen. W. Hohle VDE.

621. 33

La traction électrique et le chemin de fer. Von H. Parodi u. A. Tétrel. Mit einem Vorwort von P. Richemond. Bd. 1: Cinématique et dynamique de l'exploitation des chemins de fer. Mit XXVI, 210 Abb. u. 3 Plänen und 559 S. im Format B 5. Verlag Dunod, Paris 1935. Preis geh. 148 Fr., geb. 158 Fr.

Der 1. Abschnitt dieses großangelegten Werkes, von dem der 1. Band vorliegt, behandelt in 6 Kapiteln auf zusammen 140 Seiten allgemeine eisenbahntechnische, oder genauer gesagt, verkehrstechnische Fragen, wie Zugbewegung, Fahrpläne, Zugsicherung, Bahnhofsdienst u. dgl., um damit eine Grundlage für den zweiten, technischen Abschnitt zu geben. Es werden in diesen 6 Kapiteln also viele Dinge in allgemeiner Form vorweg behandelt, die später, im 2. Abschnitt, ausführlich durchgegangen werden, so daß in dem Buche viel an zwei Stellen zu suchen ist und das Studium des technischen Teiles ein häufiges Zurückgreifen auf den vorderen, allgemeinen Teil erfordert.

Der 2. Abschnitt ist der „Dynamik" des Betriebes gewidmet. Hier werden die Gleichungen für die Bewegung eines Zuges auf Schienen entwickelt, und zwar in einer so allgemeinen Form, daß sie weit darüber hinaus für alle physikalischen Bewegungen, sogar in der Geschoßlinienkunde (Ballistik) Gültigkeit haben, was die Verfasser bei ihren artilleristischen Berechnungen während des Weltkrieges bestätigt gefunden haben. Diese tiefschürfende, systematische und abstrakte Behandlung der Materie ist charakteristisch für das ganze hier vorliegende Buch.

Die Gleichungen der Bewegung, des Verbrauchs an elektrischer Arbeit und der Erwärmung der Motoren werden in einem eignen, 70 Seiten umfassenden Abschnitt nach drei Integrationsverfahren behandelt, woraus sich dann die gesuchten Werte für jeden Augenblick der Zugbewegung bestimmen lassen. Schneller und mit größerer Übersicht führen beim Entwurf einer Bahnelektrisierung die in dem folgenden Abschnitt „Vereinfachte mechanische Verfahren" der Bestimmung der Zugbewegung und des Arbeitsverbrauches gemachten Ausführungen zum Ziele, wenngleich oder zumal es sich hierbei nicht mehr um Augenblickswerte, sondern um Mittelwerte auf einem gegebenen Streckenabschnitt handelt.

Mit dem 8. Kapitel betreten die Verfasser nunmehr den Boden der praktischen Eisenbahntechnik und beginnen mit dem wichtigen, seit Jahrzehnten schon durchforschten gegenseitigen Verhalten von Rad und Schiene, wobei sie sich ausgiebig auf Erfahrungswerte der internationalen Praxis stützen. Die hierbei auftretenden Kräfte zwischen Fahrzeug und Gleis und der Gegenwirkungen beider werden in allen Einzelheiten einer Betrachtung unterzogen und auf ihre Größenordnungen untersucht. Die Bewegungswiderstände eines Zuges werden im 9. Kapitel auf rund 90 Seiten unter Beachtung der Erfahrungswerte aller Länder in Formeln und Schaulinien behandelt, wobei die Verfasser nicht unterlassen, auf die Unsicherheit und Unbestimmbarkeit dieser voneinander mitunter stark abweichenden Werte hinzuweisen. Mit dem 9. Kapitel über die Bremsen schließt das Buch. Darin werden neben einer rechnungsmäßigen Darstellung der Bremsvorgänge die heute bestehenden Bremssysteme, einschließlich der magnetischen Klotz- und Schienenbremsen, angeführt und in ihrem Wesen erläutert. An dieser Stelle hätten auch die heute in der elektrischen Zugförderung bevorzugten elektrodynamischen Bremsen ohne und mit Stromrückgewinn Beachtung verdient.

Seit im Jahre 1898 das zweibändige, klassische Werk über Elektrische Zugförderung von Blondel und Dubois erschien, ein Werk, das in seinen Grundlagen auch heute noch seinen

Digitized by Google

Mann steht, ist das vorliegende Buch von Parodi und Tétrel das erste größere Werk über dieses Gebiet. Es wäre zu wünschen, daß dem 1. Bande bald der oder die weiteren folgen würden.
E. C. Zehme VDE.

621. 313. 2

Génératrices et moteurs à courant continu. Von E. Roth u. J. Bardin. (Collection Armand Colin Nr. 175.) Mit 85 Abb. u. 223 S. im Format 110×170 mm. Verlag A. Colin, Paris 1937. Preis 13 Fr., geb. 15,50 Fr.

In begrenztem Raum eine sehr gute Darstellung der Theorie der Gleichstrommaschine. Das Buch beschränkt sich in der Hauptsache auf die rein elektromagnetischen Zusammenhänge. Auf die Erwärmungsfrage, die Gesichtspunkte bei der Festlegung der Hauptabmessungen beim Entwurf und ähnlichem ist nicht eingegangen worden, auch Durchrechnungen von Maschinen sind nicht enthalten. R. Brüderlink VDE.

621. 396 + 534. 8

Year-book 1937. The International Broadcast & Sound Engineer. Mit 43 Abb. u. 225 S. im Format 135×180 mm. Verlag I. Davey, London 1937.

Die besondere Aufgabe dieses Jahrbuches besteht darin, einen weiten Leserkreis über den Stand der Rundfunktechnik und der Akustik zu unterrichten und ihm Einsicht in die wichtigsten Aufsätze auf diesen Gebieten, die sonst verstreut in den Fachzeitschriften der verschiedensten Länder enthalten sind, zu geben. Da nur wenige gleichzeitig mehrere Sprachen beherrschen, soll die englische Sprache, deren Kenntnis bei den meisten Lesern vorausgesetzt werden kann, die allgemeine Brücke für das Eindringen in das fremdsprachliche Fachschrifttum bilden. Aus den Aufsätzen der Fachzeitschriften aller Länder ist eine bestimmte Auswahl getroffen, die nach den wichtigsten Ergebnissen der Forschung und den bedeutendsten technischen Fortschritten und Entwicklungen vorgenommen worden ist. In dieser Zusammenstellung sind Fachaufsätze aus englischen, deutschen, amerikanischen, italienischen, französischen, holländischen und schweizerischen Zeitschriften enthalten, die aus der Sprache jedes Landes in die englische Sprache übersetzt sind. In den Aufsätzen werden ausführlich behandelt Entwicklungsfragen für Übertrager, Schallverstärkungsanlagen, Nachhallzeiten in Konzerträumen, Abnahmeprüfungen an Rundfunksendern, Modulationsfragen, Ultrakurzwellentechnik, Großleistungssenderöhren, schwundmindernde Antennen und vor allem die neueste Form der Übertragungstechnik, die Übertragung auf Breitbandkabeln.

Dieser Aufsatzreihe geht als Einleitung voraus ein Überblick über die in letzter Zeit im gesamten Fachschrifttum behandelten technischen und wissenschaftlichen Probleme. Zu den einzelnen Problemen werden die Ansichten der Forscher und Gelehrten der verschiedenen Länder dargelegt und die Ergebnisse von Versuchen erörtert. So reiht sich in kurzer aber interessanter Folge eine Fülle von Betrachtungen aneinander, die sich mit dem Einfluß der Ionosphäre auf die Ausbreitung der elektrischen Wellen, der Entwicklung der Kurzwellen- und Ultrakurzwellensender, der Frequenzüberwachung, den Modulationsverfahren, der Kathodenemission und den Fragen der Fernsehtechnik befassen. Zu den einzelnen Problemen ist das benutzte Fachschrifttum in einem besonderen Quellenverzeichnis genau angegeben.

Den Abschluß des Buches bildet eine Reihe von Beschreibungen neuer Apparate und technischer Einrichtungen aus aller Welt, sowie Angaben über Rundfunksender.
Joh. Begrich.

620. 178

Kerbspannungslehre. Grundlagen für genaue Spannungsrechnung. Von H. Neuber. Mit 106 Abb., VII u. 160 S. im Format 160×240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 15 RM.

Die im Leichtbau geforderte und bis zum äußersten getriebene Werkstoffausnutzung verlangt genaues Bestimmen der im betrachteten Querschnitt auftretenden Spannungen, insbesondere ihrer Spitzen, wie sie bei Querschnittsänderungen z. B. Kerben oder Materialanhäufungen, auftreten. Die Lösung dieser Aufgabe wird an vielen Beispielen im vorliegenden Buche durchgeführt. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß für die verschiedenen Kerben und Beanspruchungsarten Formzahlen berechnet werden, die das Verhältnis der Spannungsspitze zur mittleren Spannung angeben. Diese Berechnung gelingt mit Hilfe der klassischen Elastizitätstheorie für abgerundete Kerben. Bei Spitzkerben versagen diese Stetigkeitsansätze, da hier die Spannungsänderungen auf Längen eintreten, die von der Größenordnung der Kristalle des Werkstoffes sind. Der Verfasser beschreitet neue Wege, um auch diese Fragen zu klären. Dabei ergibt sich eine versuchsmäßig zu bestimmende Werkstoffkonstante, die von Einfluß auf die Formzahl ist. Zum Schluß werden die theoretisch gefundenen Werte mit Versuchsergebnissen verglichen, wobei sich sehr gutes Übereinstimmen ergibt. Eine übersichtliche Zusammenstellung der gelösten Aufgaben und drei Formzahlnomogramme ermöglichen auch dem mathematisch weniger geübten Leser, in einfacher Weise die Formzahlen zu bestimmen.

In den Hauptabschnitten werden behandelt: Grundbegriffe der Kerbwirkung und Grundlagen der Spannungslehre, Theorie der ebenen und räumlichen Kerbwirkung, der prismatischen Kerbwirkung und der Entlastungskerben sowie der Spitzkerben. Die letzten beiden Hauptabschnitte bringen Vergleiche der Theorie mit der experimentellen Spannungsforschung und eine Erläuterung zu den Formzahlnomogrammen.

Die Ableitungen sind klar und übersichtlich durchgeführt und durch eine Reihe sauberer Zeichnungen erläutert. Es bereitet Freude, den Gedankengängen des Verfassers zu folgen, die zu verblüffend einfachen Formeln führen. Die Zusammenstellung am Schluß ist für den praktischen Gebrauch der Untersuchungen sehr wertvoll. Eine etwas reichlichere Beschriftung der Nomogramme hätte diese noch handlicher gestalten können. Das Buch ist für Forschung und Praxis gleich wertvoll und gehört in jedes Konstruktionsbüro. Horst Müller.

025. 45 : 669. 71

Dezimal-Klassifikation. Deutsche Ausgabe. Abteilung 669.71 Aluminium. (Mit Auszügen aus Nachbargebieten.) Bearb. nach der 2. Ausgabe der Dezimal-Klassifikation Brüssel 1927/1929, Veröffentl. Nr. 180 des Internationalen Instituts für Dokumentation, herausgegeben im Auftrage des Deutschen Normen-Ausschusses von der Aluminium-Zentrale G. m. b. H. Berlin, Preis RM 4,—.

Die Schrift ist für die Aluminiumhersteller und Verbraucher gleich wertvoll. Sie bringt im ersten Teil den Abschnitt 669.71, Aluminium vollständig. Im zweiten Teil werden in geschickt ausgewählter Zusammenstellung alle übrigen Zahlen des D.-K.-Systems geboten, die Grenzgebiete von 669.71 darstellen. Das Gebiet Werkstätten mit allen Bearbeitungsmöglichkeiten ist sinngemäß sehr ausführlich gehalten, ferner u. a. das Gebiet Elektrotechnik, für das ja Aluminium eine sehr große Rolle spielt. Ein letzter Teil bringt ein ausführliches Schlagwörterverzeichnis, das dem Benutzer des Heftes wertvolle Hilfe bedeutet, wenn er sich einarbeiten will.

Das Heft ist mit großer Sorgfalt zusammengestellt und besonders vom Standpunkt einheitlicher Ordnung des Schrifttums außerordentlich zu begrüßen. Harald Müller VDE.

51 (024)

Formelsammlung zur praktischen Mathematik. Von Dr. habil. Günther Schulz. Sammlung Göschen. Mit 10 Abb. u. 147 S. im Format 110×160 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin u. Leipzig 1937. Preis geb. 1,62 RM.

Eine Zusammenstellung der wichtigsten Formeln der rechnerischen Verfahren der praktischen Mathematik war schon lange ein Bedürfnis des praktischen Rechnens. Die dem Ingenieur am nächsten liegende Formelsammlung in der „Hütte" konnte dieses Bedürfnis nur sehr mäßig befriedigen, weil der zur Verfügung stehende Raum dazu nicht ausreichte. Das vorliegende Göschen-Bändchen füllt die bestehende Lücke sehr gut und reichlich aus. Die Auswahl des Stoffes und die Darstellung sind geschickt. Das Büchlein kann recht empfohlen werden. (Auf Seite 7 in der Mitte der Zahlentafel muß es heißen $\sqrt{2/\pi} = 0{,}797\,884$ statt $\sqrt{\pi/2}$.) R. Rothe VDE.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. G. Lesch und F. Prüß, Mannheim-Käfertal, BBC-A-G.
Dr.-Ing. H. Grünewald, Berlin-Steglitz, Poschingerstr. 15.
Dipl.-Ing. F. Wellhöfer, Nürnberg, Roritzerstr. 28
Prof. Dr.-Ing. E. vom Ende, München-Großhadern, Blumenstr. 14.
Dir. Dr.-Ing. E. h. H. Probst, Berlin W 35, v. d. Heydtstr. 7.

Abschluß des Heftes: 1. Oktober 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 14. Oktober 1937** **Heft 41**

Der „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan".

Auf dem Gebiet der Elektrotechnik ist durch die Verkündung des Vierjahresplanes eine Fülle von Anregungen und Vorschlägen ausgelöst worden. Diese Flut von Vorschlägen läßt erkennen, wie weit der Sinn des Vierjahresplanes und somit der Wunsch, in irgendeiner Weise mitzuarbeiten, in weite Kreise des Volkes eingedrungen ist. Es zeigte sich aber auch, daß die Vorschläge nicht immer schnell genug an die richtige Stelle gelangten, und daß sie vor allem auch verschiedentlich einer Reihe von Stellen gleichzeitig vorgelegt wurden und dadurch häufig unnötige Parallelarbeit verursachten. Dies ging u. a. daraus hervor, daß beim VDE von verschiedenen Seiten nacheinander die gleichen Erfindervorschläge zur Begutachtung eintrafen. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Stellen auf dem Gebiet der Elektrotechnik waren also offenbar noch nicht so eng, wie es die Durchführung des Vierjahresplanes erfordert.

Diese Gesichtspunkte gaben dem VDE die Veranlassung, die Mitarbeit der einzelnen VDE-Fachausschüsse an den Fragen des Vierjahresplanes noch durch Einsetzung eines besonderen Ausschusses[1]) zu fördern. Der Ausschuß führt den Namen „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan". Seine Aufstellung und seine Benennung fand die ausdrückliche Zustimmung des Amtes für deutsche Roh- und Werkstoffe. Um die Aufgaben des vorgesehenen Tätigkeitsgebietes erfüllen zu können, sind in diesem Ausschuß diejenigen Behörden, Parteistellen, Organisationen und Verbände vertreten, die sich auf dem Gebiet der Elektrotechnik im Rahmen des Vierjahresplanes mit Umstellung und Einsparung befassen. Bereits die zahlreichen, sehr zustimmenden Einsendungen und Äußerungen anläßlich der ersten Sitzung ließen erkennen, daß durch die Schaffung des Ausschusses einem fühlbaren Mangel abgeholfen war. Eine große Zahl von Vorschlägen und Anregungen für den Aufgabenkreis und das Arbeitsgebiet dieses Ausschusses wurden bereits in der ersten Sitzung gegeben. Auf einige soll hier hingewiesen werden:

1. Sammlung und Erfassung von Vorschlägen und Anregungen, die innerhalb der Dienst- und Geschäftsbereiche der einzelnen Ausschußmitglieder eingereicht werden oder bereits vorhanden sind.

2. Bekanntgabe derartiger Vorschläge, Anregungen und Erfahrungen im Rahmen der Elektrotechnik auf dem Gebiet des Vierjahresplanes an die Mitglieder des Ausschusses bzw. an die in Frage kommenden Stellen zum Zwecke der Verbreitung und Anwendung von guten Vorschlägen und zur Vermeidung von unnötiger Parallelarbeit.

3. Vereinheitlichung der bei Behörden und Organisationen vorhandenen Sondervorschriften und erforderlichenfalls Angleichung an die einschlägigen VDE-Vorschriften.

[1]) Siehe auch ETZ 58 (1937) S. 861.

Seit Aufnahme der Arbeiten ist eine große Reihe von Vorschlägen, die teils unmittelbar von den Erfindern eingereicht, teils von einzelnen Dienststellen dem VDE weitergeleitet wurden, von dem Ausschuß behandelt und, wo es erforderlich war, an interessierte Stellen als Anregung weitergegeben worden. Eine Kartei wurde eingerichtet, welche die Vorschläge und Anregungen enthält. In bestimmten Zeitabständen wird den Ausschußvertretern der einzelnen Behörden, Parteistellen, Organisationen und Verbände durch Rundschreiben Kenntnis von eingegangenen und für die Verbreitung bestimmten Vorschlägen und Anregungen gegeben.

Diejenigen Vorschläge, welche für einzelne Stellen besonders wertvoll sind oder die zur Anstellung von Versuchen führen, werden den in Frage kommenden Stellen umgehend und vollinhaltlich weitergeleitet. Mit gleichartigen Karteistellen bei anderen Dienststellen ist Fühlung aufgenommen worden, um eine enge Zusammenarbeit zu gewährleisten.

Im Sinne dieser engen Zusammenarbeit aller betroffenen Stellen liegt auch die von seiten der Ausschußmitglieder als unbedingt erforderlich bezeichnete gleichartige Behandlung von Erfinderangeboten, die z. B. durch die Benutzung einheitlicher Erfinderfragebogen gefördert werden soll. Es wird daher angestrebt, die bisher bei verschiedenen Stellen vorhandenen Erfinderfragebogen zu vereinheitlichen, um durch gleichmäßige Fragestellung und Fragenanordnung allen Beteiligten Arbeit und Zeit zu ersparen.

Nicht nur Anregungen und Vorschläge, die von Mitgliedern des Ausschusses diesem zugehen, werden im Ausschuß behandelt oder an die zuständigen Stellen verwiesen. Der Ausschuß bietet vielmehr die Möglichkeit, daß alle diejenigen, die glauben, gute Vorschläge auf elektrotechnischem Gebiet im Rahmen des Vierjahresplanes machen zu können, sie bisher aber nicht eingereicht hatten, weil sie nicht wußten, an welche Stelle sie derartige Vorschläge einsenden sollten, nunmehr ihre Vorschläge dem Ausschuß zuleiten. Der Ausschuß wird diese Vorschläge entweder selbst bearbeiten oder sie weiterleiten an die zuständigen VDE-Fachausschüsse oder auch an andere Verbände, falls die Vorschläge nicht das Arbeitsgebiet des VDE betreffen sollten. Auf alle Fälle ist dafür gesorgt, daß die Vorschläge ohne Verzögerung an die richtige Stelle gelangen.

In diesem Zusammenhang ist auch noch auf einen anderen wichtigen Punkt hinzuweisen. Es ist nicht immer möglich, bei der Aufstellung von VDE-Vorschriften vorausschauend jeder möglichen weiteren Entwicklung der Elektrotechnik vollkommen Rechnung zu tragen. Dies bedingt daher von Zeit zu Zeit eine Überarbeitung solcher Vorschriften im Sinne ihrer Anpassung an den jeweiligen Stand der Technik. Die Arbeiten auf dem Gebiet des Vierjahresplanes haben eine starke Belebung der Entwicklung

Digitized by Google

der Technik gezeitigt und sie teilweise in ganz neue Bahnen gelenkt, denen auch die VDE-Vorschriften dadurch folgen, daß die Bestimmungen entsprechend ergänzt oder daß Umstellvorschriften herausgegeben werden. Selbstverständliche Voraussetzung ist hierbei, daß die erforderliche Sicherheit nach wie vor gewährleistet ist. Es können aber nicht immer ohne weiteres bei Erscheinen einer einzelnen neuartigen elektrotechnischen Konstruktion oder Anordnung Vorschriften geändert oder Umstellvorschriften herausgegeben werden. Denn bei einer ausgesprochenen Neuerung hinsichtlich des Werkstoffes und der Konstruktion ist eine gewisse Erprobungszeit nicht immer zu vermeiden. Es muß ferner im Interesse der Sicherheit nach wie vor verhindert werden, daß eine aus Anlaß eines solchen Sonderfalles vorschnell geänderte Vorschrift später etwa die Handhabe bietet, daß auch andere Konstruktionen oder Anordnungen, die den allgemeinen Sicherheitsanforderungen nicht in vollem Umfange entsprechen, dennoch einer derartigen Vorschrift Genüge leisten und damit ihren Weg in die Praxis finden.

Unabhängig davon muß aber denjenigen Neuerungen, die auf besondere Ersparnisse von Rohstoffen abzielen, aber den zur Zeit gültigen VDE-Vorschriften nicht in jedem einzelnen Punkte entsprechen, ohne jedoch gegen grundsätzliche Sicherheitsforderungen zu verstoßen, seitens des VDE besondere Beachtung geschenkt werden. Hierbei hat der Ausschuß sich des folgenden Verfahrens bedient: Derartige Geräte sind von der Prüfstelle des VDE denjenigen Prüfungen unterzogen worden, die auf Grund der bestehenden VDE-Vorschriften — zum Teil in sinngemäßer Anwendung — an diesen Teilen durchführbar waren, um bei Erfüllung dieser Prüfungen unter Beteiligung des Amtes für deutsche Roh- und Werkstoffe einem versuchsweisen Einbau und dadurch einer Erprobung zugeleitet zu werden. Bei Einhaltung ganz bestimmter Bedingungen und im Einvernehmen der beteiligten Stellen dürfte ein derartiger Versuchsbetrieb durchführbar und geeignet sein, die Einführung brauchbarer Neuerungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik im Rahmen des Vierjahresplanes zu fördern.

Es erscheint daher angebracht, neuartige Werkstoffe und Geräte in dem obengenannten Fall auch weiterhin in Zusammenarbeit mit den in Frage kommenden Stellen nach entsprechender Begutachtung einem versuchsweisen Einbau zur Erprobung zuzuführen. Es wird sich dabei, um dies nochmals zu betonen, im wesentlichen um solche neuartigen Geräte und Werkstoffe handeln, die infolge besonderer Ersparnis bestimmter Werkstoffe im Rahmen der Durchführung des Vierjahresplanes als sehr wertvoll und zweckmäßig anzusehen sind und die den VDE-Grundanforderungen hinsichtlich der Sicherheit sinngemäß entsprechen.

Der VDE wird auch in dieser Richtung weiterhin am Vierjahresplan mitarbeiten. N. Lieber VDE.

Das Elektromotorschiff „Wuppertal".

Von **Guntram Lesch** VDE und **Fr. Prüß**, Mannheim.

(Schluß von S. 1077.)

621. 34 : 629. 123

Abb. 7 zeigt in einem Längsschnitt den Aufbau des Doppelmotors. Zur Erläuterung sei noch bemerkt, daß die Lagerstellen der Welle länger als nötig sind, weil sie erst für Gleitlager entworfen worden waren. Der Stahlgußläuferkörper des Hauptmotors ist aus Gießgründen quer zur Welle geteilt. Die Flanschkupplung zur Verbindung mit der Druckwelle ist kegelig aufgekeilt. Das andere, vordere Wellenende trägt die Drehvorrichtung.

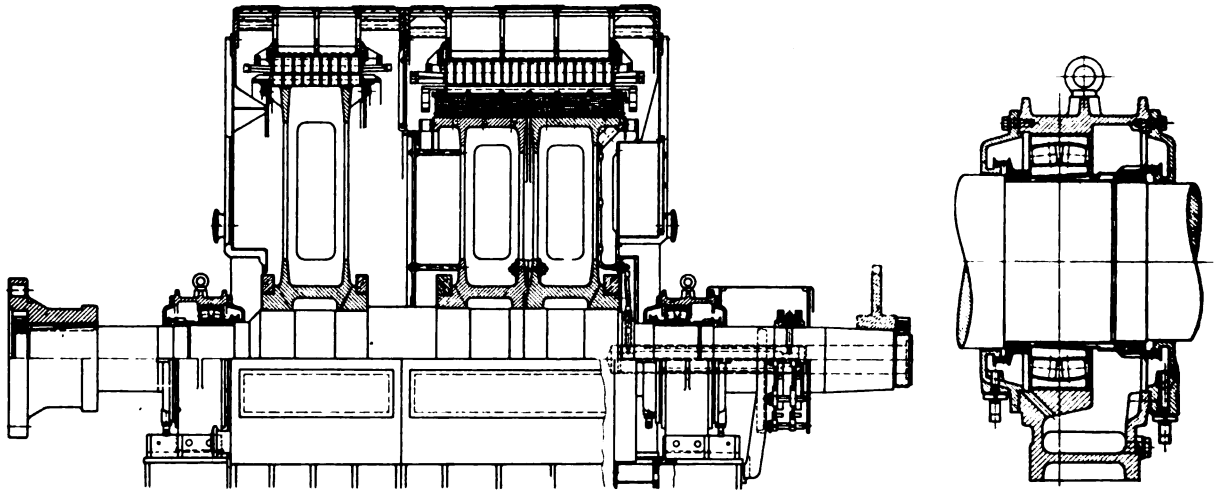


Abb. 7. Schnitt durch den Doppelmotor.

Betrieb und Maschinenmanöver.

Der Betrieb des Drehstrommotors als Schiffsmaschine bietet keinerlei grundsätzliche Schwierigkeiten und unterscheidet sich bei ruhiger Fahrt nicht von dem Betrieb des gewöhnlichen Asynchron- oder Synchronmotors ähnlicher Größe in Landbetrieben. Die Bemessung und der Entwurf der Hauptmaschinen kann jedoch nicht nur auf die normalen Ansprüche an Vortriebsleistung, die im wesentlichen für die Erwärmung maßgebend sind, gestützt werden, sondern muß auch den Anfahr- und Umsteuerbedingungen der Schiffsschraube genügen. Eine der ersten Voraussetzungen für die erforderliche Einfachheit der ganzen Anlage ist aber, daß die Manöver auf einfachste und sicherste Art ausgeführt werden können. Deshalb kommt für den Synchronmotor nur der asynchrone Anlauf bei niedriger Frequenz in Frage.

Beim Anfahren wird die Frequenz auf einen unteren Grenzwert eingestellt, etwa auf 20 Hz, was einer Dieseldrehzahl von 100 U/min entspricht. Die benötigte Zahl

Digitized by Google

Generatoren, die schon vorher auf die Sammelschienen geschaltet waren, wird mit dem Motor ständerseitig spannungslos zusammengeschaltet und dann werden die Generatoren kräftig erregt. Der Motor läuft asynchron hoch. Bei der Drehzahl von etwa 45 bis 50 U/min wird die Erregung des Motors eingeschaltet, womit er in Tritt fällt. Die Leistung ist bei dieser Drehzahl noch sehr klein [nur $\left(\frac{20}{50}\right)^3 = 6{,}4\,\%$ der vollen Leistung], so daß der Anlauf und das Synchronisieren sehr leicht vonstatten gehen. Im synchronen Lauf wird dann durch Vermehrung der Brennstoffzufuhr die Dieseldrehzahl und damit synchron auch die der Schiffsschraube auf den von der Brücke befohlenen Wert gesteigert. Diese Anlaufart ist ebenso bei den in den letzten Jahren in Deutschland gebauten turboelektrischen Schiffsanlagen[8]) („Scharnhorst" und „Potsdam") wie bei den vorher in England und Amerika gebauten Schiffen mit turbosynchronem Antrieb angewandt worden. Der grundsätzliche Unterschied der Anlage auf der „Wuppertal" gegenüber den vorgenannten liegt darin, daß die aus den oben erwähnten Gründen so erwünschte Unterteilung der Krafterzeugungsanlage nun das Parallelschalten und den Parallelbetrieb mehrerer Generatoren erforderlich macht. Bei jedem Maschinenmanöver die Generatoren auf die übliche Weise zu synchronisieren und parallelzuschalten, ist mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit und die schnelle Ausführung der Manöver unmöglich. Es muß damit gerechnet werden, daß unter schwierigen Umständen (Einlaufen in eine Schleuse, Drehen des Schiffes in engen Gewässern oder in hartem Strom) zeitweise sogar mehrere Manöverkommandos innerhalb einer Minute kommen können. (Die „Wuppertal" hatte kürzlich beim Kompaßkompensieren auf der Unterelbe innerhalb zweier Stunden 126 Maschinenmanöver auszuführen.) Die Schwierigkeit des häufigen Synchronisierens ist bei der „Wuppertal" dadurch umgangen, daß die Generatoren in spannungslosem Zustand untereinander und mit dem Motor zusammengeschaltet und dann erst erregt werden. Drosselspulen, Widerstände oder sonstige Hilfseinrichtungen werden dabei nicht verwendet. Bei entsprechenden Dämpferwicklungen und genügender Stärke des Erregerstromes fangen sich die Generatoren, auch bei erheblichen vorhergehenden Drehzahlunterschieden nach ganz wenigen Sekunden. Das Verfahren hat sich auf der „Wuppertal" von Anfang an sehr gut bewährt. Es hat den großen Vorteil, daß nicht stoßweise hohe Ströme auftreten und daß somit die Maschinen weder elektrisch noch mechanisch beim Zusammenschalten besonders beansprucht werden. Ein Schaltmanöver mit versuchsweise absichtlich zu niedrigem Erregerstrom zeigt das Oszillogramm (Abb. 8). Nach Einstellen der richtigen Erregung bei Punkt *a* ziehen sich die Generatoren schon nach etwa 50 bis 60 Perioden, d. h. 10 bis 12 Umdrehungen, in Tritt. Der Unterschied der Drehzahlen vor dem Intrittfallen war dabei, wie aus der Frequenz der Schwebungen zu errechnen ist, etwa 12 %.

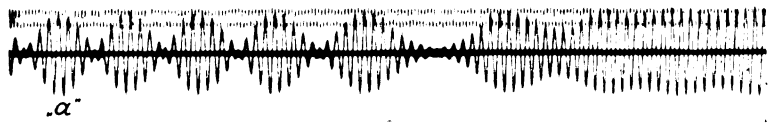


Abb. 8. Oszillogramm des Parallelschaltens mit zu kleiner Generatorerregung.

Während beim Anfahren keine ungewöhnlichen Momente auftreten, da die Steigerung langsam vor sich geht und die Geschwindigkeit des Schiffes der Schraubendrehzahl folgt, verlangt das Umsteuern hohe Drehmomente vom Motor. Wird die Kraftrichtung im Motor umgekehrt, was bei Drehstrom einfach durch Umschalten von zwei Phasen geschieht, nachdem vorher die Maschinen durch Wegnahme der Erregung spannungslos gemacht worden waren, so verschwindet schon bei einer Drehzahl von 60 bis 70 % der vorhergehenden Vorausdrehzahl das Lastmoment; die Schraube wird vom Schiff durchs Wasser geschleppt. Dann steigt aber das Drehmoment im Gegendrehsinn stark an, weil das mit zunächst fast unverminderter Geschwindigkeit weiterfahrende Schiff dank dem großen Energieinhalt seiner Massen die Schraube als Turbine antreibt. Die Antriebsanlage muß diese Gegendrehmomente überwinden und den Inhalt der Schraube und der gekuppelten Schwungmassen von Wellenleitung und Motor an kinetischer Energie vernichten, um die Schraube zum Stillstand und zum Umschlagen in die andere Drehrichtung zu bringen. Die Dieseldrehzahl geht teils durch die hohe abzugebende Bremsleistung, teils noch zusätzlich durch Brennstoffwegnahme währenddessen herunter. Wenn der Schraubenmotor auf etwa 35 bis 40 U/min rückwärts wieder hochgelaufen ist, wird er durch Zuschalten seiner Erregung wieder synchronisiert und dann synchron rückwärts hochgefahren.

Da der Motor beim Umsteuern in Asynchronschaltung läuft, so erfordert die Bemessung der Käfigwicklung und der Generatorerregung besondere Beachtung. Die Verhältnisse beim Umsteuern einer Schiffsschraube, insbesondere die Größe der dabei auftretenden höchsten

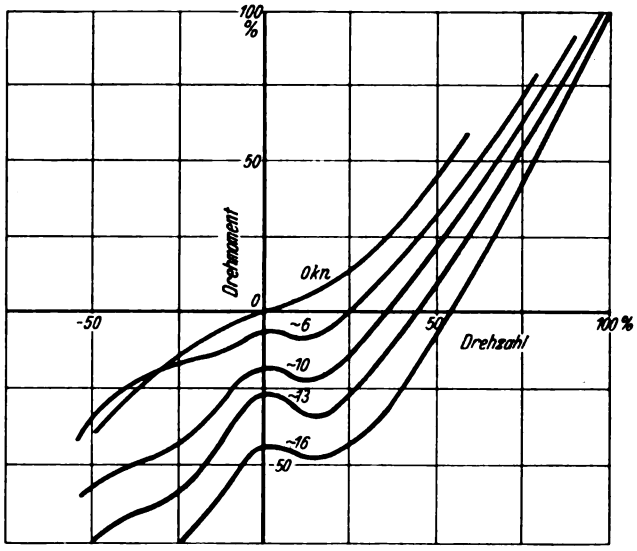


Abb. 9. Umsteuern der Schiffsschraube (Modellversuch).

Drehmomente und ihre Lage zu der von vorwärts über Null nach rückwärts sich ändernden Drehzahl, sind noch nicht geklärt. Ferner ist noch die Frage offen, bei welchem Maß der Verzögerung und Rückwärtsbeschleunigung der Schraube die größte Verzögerung der Schiffsgeschwindigkeit erreicht wird. Die Bedeutung dieser Frage wird häufig verkannt, obgleich sie die wichtigste ist, denn der Zweck des Umsteuerns ist nicht, die Maschine rückwärts laufen zu lassen, sondern die Fahrt des Schiffes abzubremsen. Es sind deshalb hohe Drehmomente und unter Umständen auch hohe Leistungen erforderlich. Wenn ein Schiff sich wirklich auf längere Strecken in der Rückwärtsrichtung bewegen soll, so geschieht dies meistens mit mäßiger Geschwindigkeit und entsprechend kleinerer Leistung.

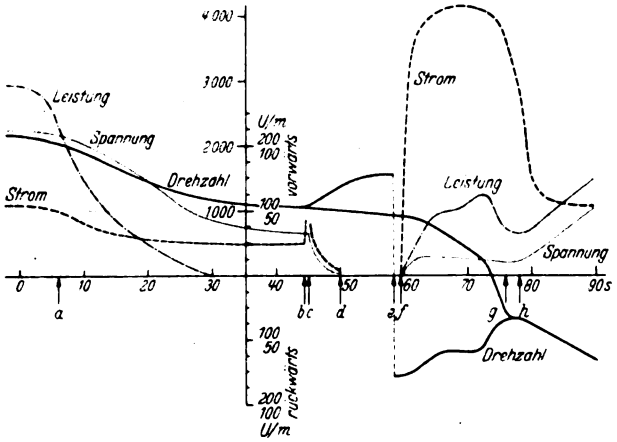
[8]) ETZ 56 (1935) S. 809 u. 815.

Digitized by Google

Um den Verlauf des beim Umsteuern auftretenden Drehmomentes als Grundlage der Berechnung der elektrischen Maschinen festzustellen, sind in der Hamburgischen Schleppversuchsanstalt Versuche mit dem Modell des Schiffes angestellt worden. Als Ergebnis eines dieser Versuche zeigt Abb. 9, daß beim Umsteuern aus vorangegangener voller Fahrt des Schiffes bei etwa 10 bis 20 % Vorwärtsdrehzahl ein Drehmomenthöchstwert von etwa 50 % des Vollastmomentes auftritt.

Es steht nichts im Wege, einen elektrischen Schiffsantrieb so zu bauen, daß er in 30 s oder noch kürzerer Zeit umgesteuert werden kann. Die elektrische Schiffsmaschine übertrifft in der möglichen und der praktisch erreichten Manövergeschwindigkeit fast alle bisherigen Antriebsarten. Trotzdem war es notwendig, daß man sich bei der Einführung des elektrischen Antriebes eingehend und mehr als bisher mit den Fragen der Umsteuerung befaßte, denn die elektrische Übertragung läßt eine klare Vorausbemessung und dann eine einfache Nachmessung am fertigen Schiff zu.

Dabei waren es nicht so sehr die Gleichstromanlagen (denn der Gleichstrommotor kann ohne Schwierigkeit hohes Drehmoment aufbringen), als vielmehr die ersten Drehstromanlagen, die zu Versuchen und Forschungen auf diesem Gebiete führten[9]).



a Trennung von Haupt- und Hilfsanlage
b Ausschalten der Motorerregung
c Ausschalten der Generatorerregung
d Ausschalten der Ständerverbindung
e Einschalten der Ständerverbindung mit vertauschten Phasen
f Einschalten der Generatorübererregung
g Einschalten der Motorerregung
h Einschalten der Generatornormalerregung

Abb. 10. Umsteuern der Schiffsschraube (Messungen am Schiff).

Bei der „Wuppertal" lagen noch besondere Verhältnisse vor, die sich aus der Kopplung des Hauptantriebes mit dem Schiffsnetz ergaben. Wenn nämlich alle drei Hauptgeneratoren auf die Schraube arbeiten und gleichzeitig das Netz speisen, was immer bei Geschwindigkeiten über etwa 13 sm/h der Fall ist, so steht bei einem unerwartet nötigen Rückwärtsmanöver nicht das volle Drehmoment der Kraftzentrale zur Verfügung, weil ein Hauptgenerator zur Speisung des Netzes ungestört weiterlaufen muß und nur die beiden anderen zum Umsteuern des Motors benutzt werden können. Es kann also aus der Fahrt des Schiffes mit drei Dieselmotoren zum Umsteuern nur das Drehmoment von zwei Motoren ausgenutzt werden. Das hohe Umsteuerdrehmoment bedingt eine kräftige Übererregung der Generatoren um so mehr, als der Motor mit einem Schlupf bis über 200 % läuft und der hohe Strom bei starker Phasenverschiebung eine starke Spannungsabsenkung zur Folge hat. Anderseits darf die Übererregung nicht so hoch getrieben werden, daß das höchste Moment, das die Dieselmotoren bei der Manöverdrehzahl abgeben können, überschritten wird, weil sonst die Gefahr besteht, daß sie gerade im kritischen Augenblick abgewürgt werden. Mit der Verkleinerung des Drehmomentes nimmt jedoch die Zeit des Umsteuervorganges und damit die Wärmebeanspruchung des Läuferkäfigs zu.

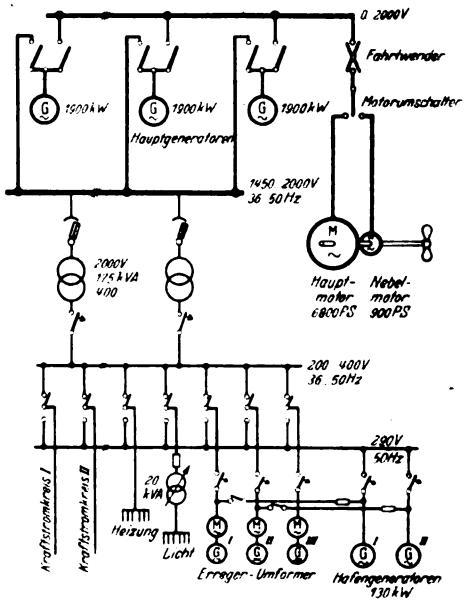


Abb. 11. Grundschaltbild der Drehstromanlage.

Die praktische Erprobung ergab, daß bei etwa 2,4fachem Erregerstrom günstige Umsteuerzeiten erzielt werden. Die Temperaturen im Läuferkäfig des Motors haben hierbei einen Höchstwert von 145° C nicht überschritten. Den Verlauf der elektrischen Größen bei einem Maschinenmanöver zeigt Abb. 10.

Da der Motor nicht aus einem vielfach größeren Netz mit gleichbleibender Spannung gespeist wird, sondern die Kraftzentrale nur ebenso groß ist wie der Motor, so ist bei gleichbleibender Erregung das Kippmoment der Anlage beschränkt, weil bei jeder Belastungssteigerung die Spannung sinkt. Bei Überlastungen im Seegang, ferner beim Ruderlegen und bei schneller Fahrt des Schiffes über flache Stellen des Fahrwassers treten erhöhte Drehmomente auf. Die Forderung nach Sicherheit gegen Außertrittfallen in diesen Fällen erfordert daher besondere Berücksichtigung beim Entwurf der Maschinen. Motor und Generator müssen beide hart gemacht werden und große Luftspalte erhalten. Bei schnellaufenden Maschinen (Turbogeneratoren), wo man aus Gründen der räumlichen Abmessungen und der Erwärmung in der Bemessung der Läufererregung beschränkt ist, muß man außerdem noch dafür sorgen, daß bei erhöhter Belastung die Erregung verstärkt wird, wofür mit gutem Erfolg selbsttätige Regler verwandt worden sind[10]). Bei langsamlaufenden Dieselgeneratoren besteht diese Beschränkung nicht im gleichen Maße, und es sind deshalb auf der „Wuppertal" die Maschinen so bemessen, daß ihr Kippmoment auch bei gewöhnlicher Vollasterregung genügend Sicherheit gegen Außertrittfallen bei allen betriebsmäßig vorkommenden Überlastungen bietet.

Die Fahrt bei stürmischem Wetter, wo im Seegang, besonders bei nicht voll beladenem Schiff, häufig die Schraube aus dem Wasser taucht, bringt große und schnelle Leistungsschwankungen mit sich, die von fast völligem Leerlauf auf starke Überlast gehen können. Alle mechanischen Schiffsmaschinen bedürfen hierfür besonders ausgebildeter Regeleinrichtungen, die das Durchgehen der Maschinen beim Austauchen verhindern

[9]) Siehe Robinson, wie Fußnote 1.

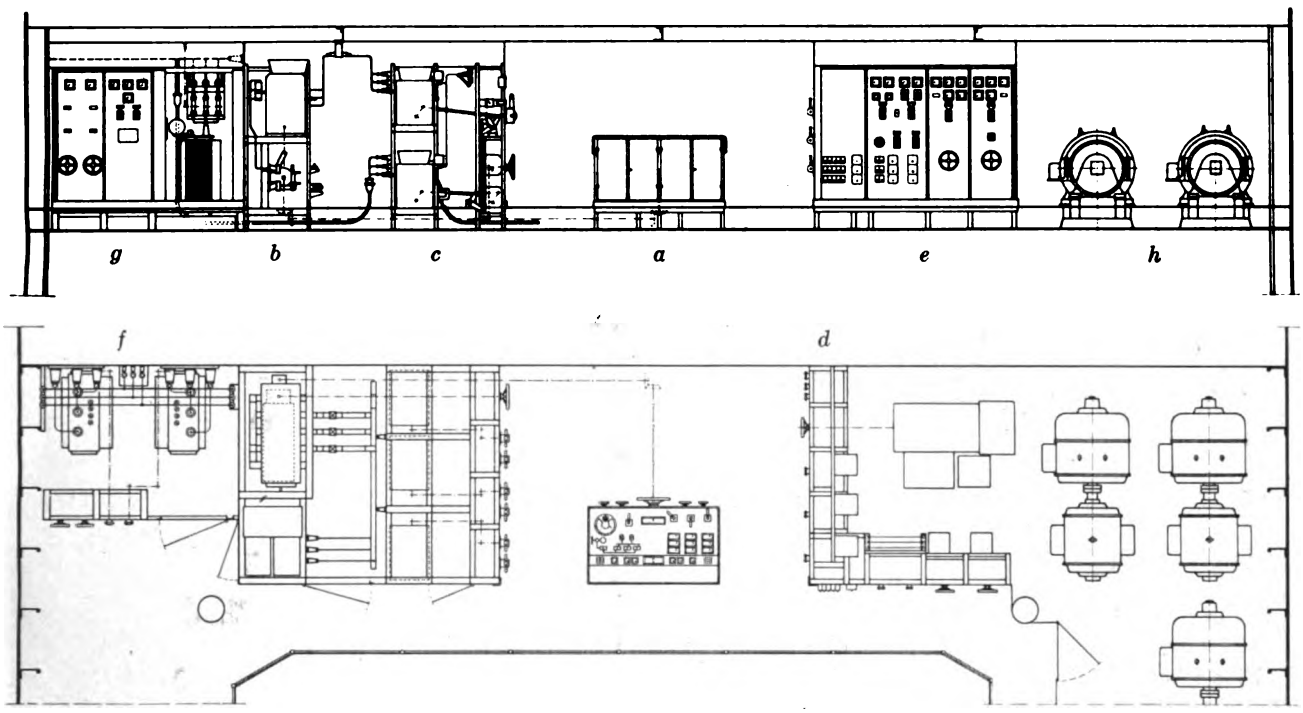
[10]) Werft Reed. Hafen 16 (1935) H. 11, S. 181.

Digitized by Google

(Schnellschlußeinrichtungen), die aber beim Wiedereintauchen sofort von Hand oder selbsttätig wieder eingeklinkt werden müssen, um das völlige Stillstehen der Maschinen zu verhindern. Da elektrische Schiffsmaschinen stets mit Reglern für gleichbleibende Drehzahl (ähnlich wie Kraftwerksmaschinen) versehen sind, besteht keine Gefahr des Durchgehens, und der Schnellschluß hat hier nur die Sicherheitsaufgabe, die er auch bei Landmaschinen hat. Die Maschine läuft auch im Seegang stets mit der in den Grenzen der Ungleichförmigkeit des Reglers gleichbleibenden Drehzahl, was wesentlich zur Schonung der mechanischen Teile (Dieselmotoren) beiträgt und außerdem eine gleichmäßigere, also im Mittel höhere Schiffsgeschwindigkeit und somit Gewinn an Reisezeit mit sich bringt.

in eisernen Schutzkanälen auf Stützen aus Silumin. Der Bleimantel ist mit einer Weichgummiunterlage vom Schiffskörper isoliert und an einem Ende geerdet. Auf dem 45 m langen Wege nach hinten zum Motor sind zwei getrennte Kabelbahnen verlegt, jede in einem durch einen gemeinsamen Lüfter gekühlten Kanal. Da die Kabelkanäle durch die Laderäume führen, sind sie so eingerichtet, daß man sie für den Fall eines Laderaumbrandes fluten kann, um auf solche einfache Weise eine Gefährdung der Antriebsanlage zu unterbinden.

Beim Entwurf des Schaltbildes wurde auf große Einfachheit und Übersichtlichkeit der Anlage Wert gelegt. Dies war deshalb besonders wichtig, weil die Schaltanlage auf kleinstem Platz zusammengedrängt werden mußte, ferner die Hochspannungsgeräte räumlich von denen für Nieder-



a Maschinenleitstand
b, c Hochspannungs-Schaltanlage
b Hauptmanövrierschalter
c Generatorschalter und Umschalter für Haupt- und Nebelmotor
d, e Niederspannungs-Schaltanlage
d Umformerschalter
e Schaltfelder für Hafengeneratoren und Drehstromverteilung für das Bordnetz
f Transformatoren
g Schaltanlage für die Transformatoren
h Erregerumformer

Abb. 12. Aufriß und Grundriß der Schaltanlage.

Auf der „Wuppertal" hat sich der Parallelbetrieb von mehreren Dieselgeneratoren für den Schraubenantrieb schon bei der ersten Ausreise gut und vorteilhaft erwiesen. In den Stürmen des letzten Winters schwankte bei der Fahrt durch die Nordsee die Leistung infolge des Austauchens der Schraube im schweren Seegang zwischen etwa 500 und 5000 kW. Stets blieben die Maschinen parallel und synchron. Bei Fahrt mit zwei Generatorsätzen sprach einmal ungewollt und unbegründet der Schnellschluß eines Dieselmotors an und legte ihn damit für die Leistungserzeugung lahm. Ruhig lief die Schraube weiter, natürlich wegen der kleineren Leistung nunmehr langsamer; der Generator des ausgefallenen Dieselmotors blieb synchron und zog ihn als Motor antreibend mit. Nach Wiederherstellung der Brennstoffzufuhr lief alles wie zuvor.

Schaltanlage.

Die Generatoren sind mit der Schaltanlage und diese mit den Motoren durch Gummibleikabel verbunden, die ohne äußere Bewehrung verlegt wurden. Die Kabel liegen

spannung und für Gleichstrom aus Sicherheitsgründen streng zu trennen waren und doch vier verschiedene Schalter vom Hauptmanöverhandrad aus gemeinsam betätigt werden müssen. Abb. 11 zeigt im oberen Teil das Schaltbild für den Schraubenantrieb. Die drei Generatoren können auf die obere Sammelschiene für den Hauptantrieb geschaltet werden und speisen dann über den Fahrtwender, der die Drehrichtung des Motors gibt, und einen Umschalter entweder den Hauptmotor oder den Nebelmotor. Wahlweise, aber auch gleichzeitig, kann jeder Generator auf die Hilfsbetriebs-Sammelschiene geschaltet werden.

Die Generatorschalter und auch der Motorumschalter haben die Eigenart von Vorbereitungsschaltern, die vor dem eigentlichen Manöver geschaltet werden. Ihre Handhebel oder Räder sitzen nebst den Meßgeräten, die Strom und Spannung der einzelnen Maschinen und den Isolationszustand der Anlage erkennen lassen, auf der Vorderwand der steuerbordseitigen Hochspannungsschaltanlage. Der Fahrtwender wird dagegen vom Handrad des Leitstandes aus betätigt.

Digitized by Google

Sämtliche Schalter der Hauptanlage, und zwar sowohl für die Hochspannungsseite wie für die Erregung, sind nockengesteuerte, in Luft schaltende, offene Geräte mit Klotzkontakten. Die Kontaktklötze bestehen aus Kupfer mit einer starken Silberauflage. Der erforderliche Kontaktdruck wird durch Zugfedern erzeugt, die im letzten Teil des Schaltweges gespannt werden. Die Schalter haben Blasspulen und Funkenschutzwände.

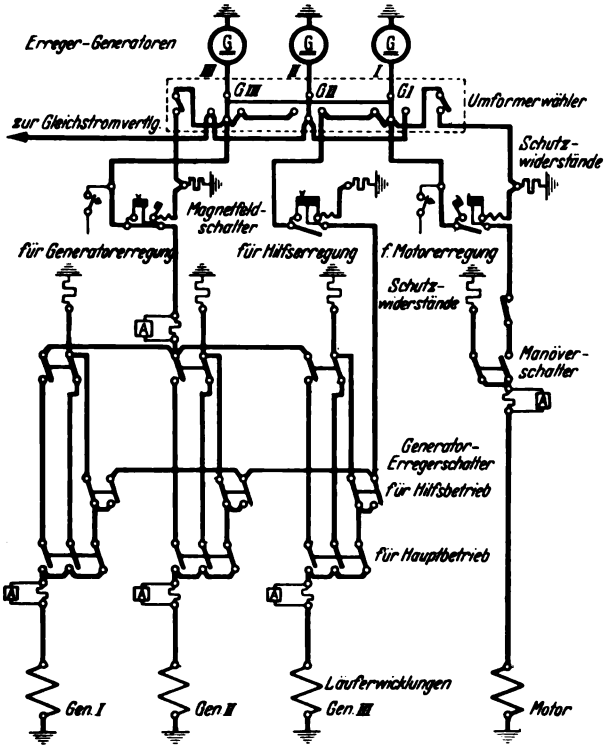


Abb. 13. Schaltung der Erregerkreise.

Eine lebenswichtige Aufgabe kommt den Einrichtungen zu, die der Erregung von Generatoren und Motor dienen. Hierfür laufen zwei Erregerumformer, drehstromseitig Kurzschlußläufermotoren, aus dem Drehstrombordnetz gespeist, gleichstromseitig über Magnetfeldschalter mit Kurzschließer und über den Erregermanöverschalter die Felder der parallellaufenden Generatoren oder jenes des Hauptmotors speisend (Abb. 13). Wenn ein Generator auf die Hauptsammelschiene arbeitet, ist auch sein Feld an die betreffende Erregermaschine durch einen Erregerumschalter angelegt. Speist ein Hauptgenerator dagegen ausschließlich das Bordhilfsnetz, so bezieht er seine Erregung aus der Motorerregermaschine, weil diese auch bei Maschinenmanövern gleiche Spannung hält. Mit dem Erregermanöverschalter wird die Generatorerregung beim Manövervorgang auf einer Zwischenstellung erhöht, solange der Motor asynchron läuft. Diese Schalter und auch der für den Motor werden deshalb vom Manöverhandrad des Leitstandes aus in zwangsläufiger Folge mit dem Hochspannungsfahrtwender betätigt. Während des asynchronen Anlaufes ist das Motorfeld über einen Widerstand zum Begrenzen der Induktionsspannung kurzgeschlossen.

Ein dritter Erregerumformer dient als Reserve. Er kann auch das kleine Gleichstromnetz speisen und damit die Winden mit Strom versorgen, die hier vorläufig noch als Gleichstrommaschinen in gewohnter Ausführung aufgestellt wurden. Mit einem Umformerwähler können die drei Gleichstrommaschinen ausgetauscht werden.

Im Motorenraum befinden sich keine Schaltgeräte für die Hauptanlage. Es war vielmehr möglich, die ganze Schaltanlage in einem Raum im Hauptmaschinenraum knapp zusammenzufassen und dort sauber und geschützt unterzubringen (Abb. 12).

Der Maschinenleitstand (Abb. 14) hat außer dem schon erwähnten Manöverhandrad, dessen jeweilige Stellung durch einen Zeiger auf der Pultfläche angezeigt wird, die Meßgeräte, die für den Fahrbetrieb und für Manöver erforderlich sind. Auch hier waren Sparsamkeit und gute Übersicht Grundsatz. Außerdem sind im Pult die Regler für die Änderung der Erregung untergebracht, die aber gewöhnlich überhaupt nicht in ihrer Einstellung geändert werden. Die Anlage fährt auf diese Weise bei allen Fahrstufen fast mit $\cos\varphi = 1$. Ferner sind für die Änderung der Fahrgeschwindigkeit auf dem Leitstand die Drehzahlfernregler für die Hauptdieselmotoren angeordnet. Die jeweils parallel auf den Schraubenmotor arbeitenden Generatorsätze können mit einem Steuerschalter gemeinsam in der Drehzahl verstellt und geregelt werden. Doch kann auch jeder Dieselmotor einzeln zur Ausgleichung seiner Drehzahl oder seiner Belastung beeinflußt werden.

Bemerkenswert an der Schaltanlage ist noch, daß fast gar keine Verriegelungen der verschiedenen Schalter untereinander und nur wenig Schutzeinrichtungen angebracht sind. Bei keinem Schalter der Haupt- und Hilfsanlage ist das Ein- oder Ausschalten durch von der Lage anderer Schalter oder Bedienungsteile abhängige Ver-

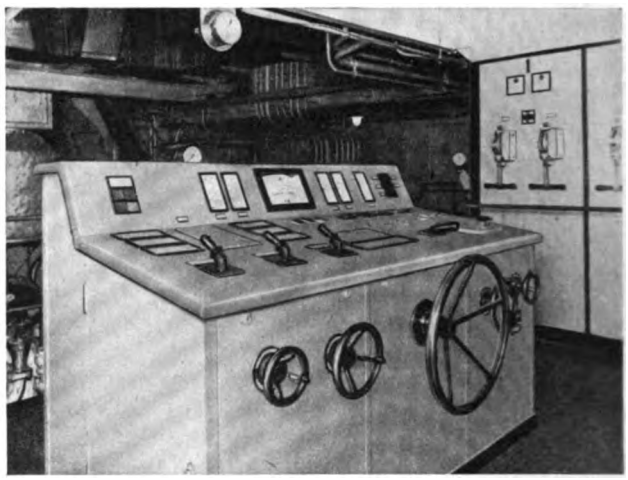


Abb. 14. Leitstand.

riegelungen behindert. Die einzige eingebaute wirksame Verriegelung ist dazu bestimmt, das unüberlegte Stillsetzen der Hauptmaschine zu verhindern, bevor der gleichzeitig die Hilfsmaschine speisende Generator von der Hauptanlage getrennt ist. Dies zeigt, daß solche Anlagen in der Schaltung und in der Bauart der Geräte und Maschinen mit einfachen Mitteln so ausgebildet werden können, daß kunstvolle Verriegelungen entbehrlich sind und die Anlage doch gegen etwaige Bedienungsfehler unempfindlich bleibt. An Schutzeinrichtungen ist nur an der Haupt- und an der Hilfssammelschiene je ein dreiphasiges Spannungsrelais vorhanden, das die Phasenspannungen miteinander vergleicht. Bei Unterschieden, die den Auslösewert überschreiten, spricht eines der drei Relaisglieder an und schaltet über einen Hilfsstromkreis die Erregung aus. Da ein vollkommen gleichseitiger dreiphasiger Kurz- oder Erdschluß fast vollständig ausgeschlossen ist, so werden bei allen denkbaren Störungen des elektrischen Teiles (Erdschluß, Phasenkurzschluß, Windungsschluß, Phasenunterbrechung) stets Spannungsungleichheiten auftreten, die zur Auslösung führen müssen.

Eine sehr wichtige Eigenart dieses Schiffes ist, daß das ganze Licht- und Kraftnetz des Schiffes über zwei Umspanner von den Hauptgeneratoren gespeist werden

Digitized by Google

kann. Die Reederei hat damit die Möglichkeiten des Elektroschiffes weiter ausgenutzt und sich eine wirtschaftliche Erzeugung dieser nicht unbeträchtlichen Hilfsleistung gesichert. Damit fällt auch die Bedienung und Überwachung der Hilfsgeneratoren für den größten Teil der Reise fort, und ihre Überholungs- und Instandhaltungskosten werden wesentlich verringert. Die zwei Hilfsgeneratoren von je 130 kW (Hafengeneratoren) laufen eigentlich nur im Hafen; auf See und im Revier wird das Hilfsnetz immer von den Hauptgeneratoren gespeist, und zwar wird bei Maschinenmanövern der auf die Hilfssammelschiene geschaltete Generator vom Hauptbetrieb abgetrennt. Dies geschieht durch einfaches Ziehen des Schalters ohne Verzögerung der Manöver. Die bei ermäßigter Fahrt verringerte Frequenz des Hilfsnetzes ist unbedenklich; sie paßt sogar selbsttätig die Drehzahl der Hilfsmaschinen dem Bedarf an, da die meisten Hilfsmaschinen, wie Kühlwasserpumpen, Generatoren- und Motorlüfter, Schmierölpumpen, bei langsamer Fahrt ohnehin geringere Leistungen abzugeben haben. Die für die Lichtanlage erforderliche gleichbleibende Spannung wird durch einen besonderen kleinen Regelumspanner aufrechterhalten.

Die bisherigen Erfahrungen zeigten, daß die getroffene Anordnung und insbesondere die gewählte Schaltung und Regelart sich sehr gut bewährten, und daß die Bedienungsmannschaft sich schnell und sicher in das zunächst ganz fremde Gebiet der Fahrt mit dem dieselelektrischen Antrieb einschulen konnte.

Zusammenfassung.

Die dieselelektrische Drehstromantriebsanlage der „Wuppertal“ hat sich sowohl in der Gesamtanordnung, in der Wahl der Maschinenarten, ihrer Leistungsaufteilung und ihrer Steuerung als auch in Bemessung und Konstruktion der elektrischen Maschinen und Geräte durchaus bewährt. Schon die Tatsache, daß dieses neue und in so mancher Beziehung neuartige Schiff gleich auf die große Reise über 22 000 Seemeilen geschickt wurde, wo allein zwischen Las Palmas und dem ersten australischen Hafen eine ununterbrochene Fahrstrecke von 22 Tagen überwunden werden mußte, zeigte, wie groß bei den verantwortungsbewußten Fachleuten der Reederei und der Werft das Vertrauen in die elektrische Übertragung war. Das Ergebnis der Reisen hat bestätigt, daß die verschiedenen großen Annehmlichkeiten der Zwischenschaltung der Elektrizität durch technische, betriebliche und wirtschaftliche Vorteile erst recht betont werden, und daß der dieselelektrische Schiffsantrieb einen Fortschritt darstellt.

Kohledruckwiderstände.

Von **Fritz Hoffmann**, Berlin.

621. 316. 86

Übersicht. Die neuere Entwicklung auf dem Gebiet der Kohledruckwiderstände und die notwendige Ablösung ausländischer Rohstoffe zur Herstellung von Widerständen durch einheimische machen es erforderlich, weite Kreise der Technik mit dem Wesen der Kohlewiderstände bekanntzumachen und auf die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten hinzuweisen[1]). Im Rahmen dieser Aufgabe werden

1. die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Kohlenstoffs besprochen, die ihn für diesen Verwendungszweck besonders geeignet machen,
2. die Herstellung und Bearbeitung der Kohlekörper kurz gestreift und
3. die einzelnen Arten der Kohledruckwiderstände an Beispielen aus der Praxis geschildert sowie ihre Arbeitsweise theoretisch betrachtet.

A. Einleitung.

Die Auffassung über die Verwendbarkeit eines Werkstoffes wandelt sich stets mit der fortschreitenden Erkenntnis seiner Eigenschaften und mit der sich daraus ergebenden Entwicklung in der Praxis. Widerstände aus Kohle z. B. eignen sich nach der heutigen Auffassung hervorragend für viele Gebiete der neuzeitlichen Technik. Während man im Ausland — besonders in den V. S. Amerika — schon seit längerer Zeit solche Widerstände allenthalben gebraucht, gewinnt in Deutschland diese Art der Verwendung von Kohle erst in letzter Zeit auch im Interesse der nationalen Wirtschaft größere Bedeutung.

Sicher gibt es Gebiete, wo man aus besonderen Gründen, zum Beispiel wegen allzu starker Erschütterungen oder zu hoher Temperaturen bei Gegenwart von Luft, nur Metallwiderstände verwenden kann, aber ebenso sicher ist auch, daß noch viele Verwendungsmöglichkeiten für Kohle bestehen, die nur deshalb bisher nicht gefunden wurden, weil man sich noch zu wenig mit dem Gedanken befaßt hat, statt des Metalls Kohle zu gebrauchen.

[1]) Vortrag, gehalten am 17. 12. 1936 vor dem Bezirk Berlin-Brandenburg des VDE (Fachgebiet „Elektrophysik“, Leiter: G. Mierdel VDE).

B. Eignung der Kohle als Widerstandswerkstoff.

Metallwiderstände beruhen fast alle auf dem Leitwiderstand des Werkstoffes. Die reinen Gebrauchsmetalle haben zu hohe Leitfähigkeit, um daraus in wirtschaftlicher Weise Widerstände zu schaffen. Bei der Herstellung von Legierungen erreicht man aber höchstenfalls auch nur spezifische Widerstände von etwa 1,2 $\Omega\,mm^2/m$. Ganz anders liegen die Werte bei Kohle. Sie umfassen den Bereich von 6 $\Omega\,mm^2/m$ bei Naturgraphit bis zu 80 $\Omega\,mm^2/m$ bei stark rußhaltigen Kohlen. Also ist Kohlenstoff als erwünschter Halbleiter anzusprechen, der noch dazu mit seinen verschiedenen Arten einen großen Bereich von Widerstandswerten beherrscht. Hierzu kommt noch folgendes. Der Aufbau von Metallwiderständen auf anderer Grundlage als dem Leitwiderstand, zum Beispiel auf Grund von Übergangswiderständen, ist praktisch außerordentlich schwierig wegen der labilen Oberflächenverhältnisse bei Metallen. Selbst bei manchen Edelmetallen tritt eine Oxydation an der Oberfläche auf, und diese Oxyde bilden dann auf den Metallen schlecht oder gar nicht leitende Überzüge, die je nach Dicke und zufälliger Ausbildung den Stromübergang ganz willkürlich machen oder völlig verhindern. Nur im Vakuum ausgeglühte und unter Luftabschluß oder in indifferenten Gasen untergebrachte Metallkontakte haben metallisch reine Berührungsflächen.

In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Kohle grundsätzlich von allen Metallen und ihren Legierungen. Die Bildung von Oxydhäuten tritt bei Kohlenstoff niemals auf, da er der einzige feste Leiter des elektrischen Stromes ist, dessen Oxydationsprodukte bei den üblichen Gebrauchstemperaturen gasförmig sind. Außerdem bilden sich die Oxyde in praktisch feststellbarem Maße erst bei höheren Temperaturen. In diesen Eigenschaften liegt der große Vorzug der Kohle als Kontakt- und Widerstands-Werkstoff jeder Art. Infolgedessen kann man Kohlewiderstände schaffen, die im Gegensatz zu den Metallwiderständen auf der Hintereinanderschaltung von vielen

Digitized by Google

Kontaktwiderständen beruhen, das sind sogenannte Kohledruckwiderstände. Bei Temperaturen über 400° bis 600° C, je nach der Kohlenstoffart, und Gegenwart von Luft tritt allerdings bei Kohlewiderständen die normale Verbrennung ein, welche aber durch Vakuum oder Schutzgasatmosphäre verhindert werden kann.

Nun könnte man annehmen, daß solche Verbrennungstemperaturen bei Kohlewiderständen wegen schlechter Wärmeleitung sehr leicht auftreten. Aber diese Vermutung wird durch die Tatsachen schnell widerlegt. Allerdings besitzt rußartige Kohle eine außerordentlich schlechte Wärmeleitfähigkeit. Dagegen hat man gefunden, wie das einschlägige Schrifttum beweist, daß einige Graphitsorten in Schichtrichtung die Wärme gleich gut leiten wie Silber und Kupfer. Kohlekörper aus diesen Rohstoffen oder elektrographitierte Kohle übertreffen daher trotz unvermeidlicher Porosität hinsichtlich Wärmeleitvermögen eine Reihe von Metallen, wie Eisen, Nickel, Zinn und Platin. Alle gewünschten Zwischenwerte sind durch Mischung der verschiedenen Kohlenstoffarten zu erreichen.

Bei der Betrachtung der durch Wärme bedingten Verhältnisse an Widerständen darf man eine wichtige Eigenschaft des Kohlenstoffs nicht vergessen, die ihn ebenfalls für dieses Verwendungsgebiet besonders geeignet macht. Es ist der außerordentlich hoch liegende Schmelzpunkt. Dieser liegt bei 3900° C, aber es ist anzunehmen, daß oberhalb dieser Temperatur der Kohlenstoff fast unmittelbar aus dem festen in den dampfförmigen Zustand übergeht. Dadurch fällt die bei allen metallartigen Widerstandskörpern unangenehme Eigenschaft des Schmelzens und damit Aneinanderschweißens im Lichtbogen, wie die Praxis bestätigt, bei Kohle fort. Hiermit im Zusammenhang steht wohl auch die außerordentlich geringe Stoffwanderung bei Kohle-Abhebekontakten, durch welche bei Metallkontakten oft unüberwindliche Schwierigkeiten entstanden sind[2]):

Stoffwanderungs-Konstante γ in mg/Coulomb.

	C	Cu	Mo	Au	W
für anodische Wanderung beim Einschalten	0,0015	0,05	0,015	0,4	0,05
für kathodische Wanderung beim Ausschalten	0,0025	0,02	0,013	0,05	0,013

Nach Betrachtung der verschiedenen physikalischen und chemischen Eigenschaften, die den Kohlenstoff als dem Metall auf diesem Gebiet überlegen kennzeichnen, könnte man glauben, daß die noch nicht erwähnten Eigenschaften, wie Festigkeit, Elastizität, Reibung usw., ein eindeutiges Plus für die Metalle ergeben. Gewiß liegen in diesen Eigenschaften die Vorteile der Metalle, die sie auf gewissen Anwendungsgebieten unersetzlich machen; aber bei näherer Untersuchung sieht man, daß die Kohle auch hier nicht unbedingt zurückstehen muß. Zwar liegt z. B. die Druckfestigkeit weicher Graphitkörper nur bei 50 bis 100 kg/cm², bei ganz harten Qualitäten erreicht man aber den beachtlichen Wert von 2500 kg/cm². Dementsprechend ist auch die Elastizität sehr verschieden. Daß sie wesentlich größer sein kann, als man im allgemeinen vermutet, sehen wir an den stark federnden Kohlewendeln. Auch die Reibung, die für unser Verwendungsgebiet wohl kaum betrachtet zu werden braucht, liegt — wie von der Verwendung des Graphits als Schmiermittel bekannt ist — oft niedriger als bei Metallen.

Eine Eigenschaft der Kohle muß zuletzt noch besonders hervorgehoben werden, da sie von ausschlaggebender Bedeutung ist für den größten Teil des Anwendungsgebietes der Kohlewiderstände, nämlich da, wo schnelle Änderungen eines Widerstandes notwendig sind. Während man eine Widerstandsänderung bei Verwendung von Drahtwiderständen durch Zu- oder Abschalten von Teilwiderständen — also stufenweise — erreicht, kann man mit Kohle Widerstände in einfachster Weise schaffen, die stetig veränderlich sind, ohne daß Kontakte im üblichen Sinne geöffnet oder geschlossen werden. Diese Möglichkeit ist dadurch gegeben, daß sich der Übergangswiderstand von Kohle zu Kohle durch Veränderung des zusammenpressenden Druckes sehr stark ändert. Wie wertvoll diese Eigenschaft der Kohle besonders für die Aufgabe ist, große Widerstandsänderungen bereits durch kleine Kraftäußerungen selbsttätig auszulösen, wird bei Behandlung der einzelnen Beispiele offensichtlich. Die natürlichen Kohlen haben die angeführten schätzbaren Eigenschaften allerdings nur in geringem Maße. Durch jahrzehntelange Erfahrung und durch ständige mühevolle Laboratoriumsarbeit lassen sich jedoch bei entsprechender Mischung aus den verschiedenen Kohlenstoffarten solche Erzeugnisse herstellen, die jeweils die gewünschten Eigenschaften in sich vereinen.

C. Herstellung der Kohlekörper.

Erst Mitte des vorigen Jahrhunderts begann man gepulverte Kohlerohstoffe mit Bindemitteln zu mischen, diese teigartige Masse dann durch Pressen in die gewünschte Form zu bringen, und den Preßlingen durch starkes Glühen die erforderliche Festigkeit und Leitfähigkeit zu verschaffen. In geschichtlicher Reihenfolge wurden als Rohstoffe verwandt: Holzkohle, Retortengraphit, Ruß, Petrolkoks, Hüttenkoks, Anthrazit, Naturgraphit und Elektrographit. Diese wurden mit verschiedenen Bindemitteln gemischt wie: Zuckerlösung, Sirup, Harz, Terpentinöl, Teer, Pech, Leim und Kleister. Von den festen Rohstoffen werden heute alle noch verwandt, während von den Bindemitteln fast ausschließlich Teer- und Pechsorten zugesetzt werden.

Beim Herstellen der Kohleerzeugnisse sind zwei Hauptabschnitte zu unterscheiden: erstens die Formung und zweitens der Brennvorgang. Im ersten Abschnitt werden die festen, meistens entgasten Rohstoffe in Brechmaschinen, Mühlen oder Walzen auf die geeignete Korngröße gebracht und in Misch- oder Knetmaschinen mit den Bindemitteln durchgearbeitet. Dann wird der Werkstoff entweder in der Strangpresse oder in der Matrizenpresse verformt. Im ersten Fall wird die heiße Masse in einem Zylinder hydraulisch zusammengepreßt und durch ein Mundstück, das sich stetig bis auf den gewünschten Querschnitt verengt, hinausgedrückt. Bei der Matrizenpresse wird die Kohlenmasse in einem Gesenk sofort auf die gewünschte Form gepreßt. Die Preßlinge werden nunmehr in Ringöfen, die mit Generatorgas geheizt sind, gebrannt. Dabei werden die Formkörper einer Höchsttemperatur von 1300 bis 1400° C ausgesetzt. Die Temperatur darf dabei nur ganz allmählich ansteigen, damit die gasförmig werdenden Bestandteile entweichen können, ohne Risse in den Kohlekörpern zu verursachen. Der Brand dauert deshalb je nach der Größe der Körper zwei bis vier Wochen. Zu erwähnen ist noch, daß die Formkörper in Koksgrieß eingepackt werden, um sie vor Luftzutritt und Verbrennen zu schützen. Nach dem Brand im Ringofen wird, wenn nötig, der Werkstoff noch elektrographitiert, indem man ihn durch Erhitzen im Widerstandsofen auf Lichtbogentemperatur bringt.

Nach dem Brennen ist häufig noch eine mechanische Bearbeitung der Ware notwendig. So müssen z. B. manche Körper auf bestimmte Maße geschliffen, Ringe überdreht, Kohlewendeln aus Rohren geschnitten werden usw.

D. Anwendungsgebiete der Widerstandskohle.

Zwei große Gruppen von Kohlewiderständen sind zu unterscheiden:

I. Anordnungen, die hauptsächlich auf dem Übergangswiderstand aneinandergereihter Einzelelemente beruhen und

[2]) R. Holm, ETZ 56 (1935) S. 537.

Digitized by Google

II. Widerstandskörper, deren Wirkung in erster Linie durch den Leitungswiderstand der Kohle geschaffen wird.

Im ersten Fall treten außer den Übergangswiderständen auch Leitwiderstände auf, die aber meist klein im Verhältnis zu den Übergangswiderständen sind. Bei der zweiten Art von Kohlewiderständen ergeben sich auch Übergangswiderstände, von denen jedoch gewünscht wird, daß sie zur besseren Wirkungsweise der Widerstandskörper möglichst klein sind. Zur ersten Gruppe der Kohlewiderstände sind zu rechnen alle einfachen Kohlekontakte, besonders aber ganze Summen solcher Kontakte, wie sie aus Säulen von aneinandergereihten Kohleplättchen oder Ringen gebildet werden. Ebenfalls hierher gehören auch die Kohlegrießfüllungen in Mikrophonen und Widerstandsöfen. Die zweite Gruppe der Kohlewiderstände umfaßt die Kohlewendeln und Spiralen sowie die Kohleüberzüge auf Isolierstoff.

I. Gruppe.

a) Regler für Nähmaschinenantriebe.

Betrachten wir nun die erste Gruppe näher, so zeigen zunächst die Anordnungen von Kohleplättchen zahlreiche Verwendungsmöglichkeiten. Säulen von aufeinandergeschichteten Kohleplättchen haben die Eigenschaft, bei Druckänderung ihren Widerstand erheblich zu ändern. Hiervon macht man z. B. in einfachster Form Gebrauch in dem Regler kleiner Hauptstrommotoren für Nähmaschinenantriebe.

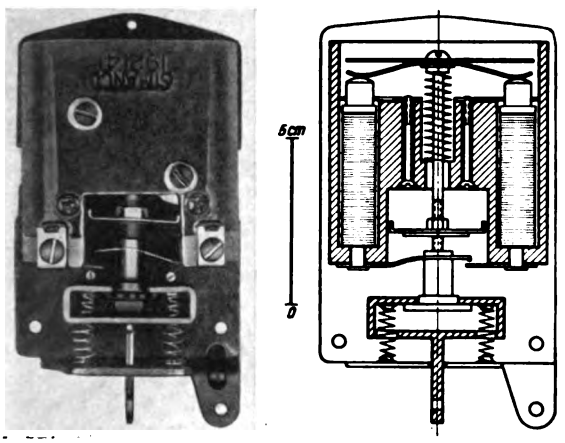


Abb. 1. Kohledruckregler für Nähmaschinenantriebe.

Der in Abb. 1 dargestellte Regler für einen 60 W-Motor besteht im wesentlichen aus einer gegen eine Rückführfeder arbeitenden Zugstange, die mit einer oben angebrachten Blattfeder auf zwei senkrecht angeordnete Kohlesäulen drückt. Jede Säule ist aus etwa 120 Kohleplättchen von 11 mm Dmr. und einer Dicke von 0,35 mm zusammengesetzt. Das Ganze ist in einem Porzellankörper untergebracht, der in einem Metallgehäuse befestigt ist. Da der Regler mit dem Fuß betätigt wird, fängt man die an der Zugstange wirkenden ziemlich erheblichen Kräfte zum großen Teil durch Federn am Boden des Metallkastens ab, so daß sich nur ein kleiner Teil auf die Plättchensäulen überträgt. Die Schaltung ist folgende: Der Strom fließt von dem unteren Klemmkontakt an der einen Kohlesäule durch diese nach oben, dann durch die Kupferblattfeder zur zweiten Kohlesäule und durch diese nach unten zu der zweiten Klemme. Durch einen Führungsbügel, dessen Lage einstellbar ist, wird nach Zusammendrücken der Kohleplättchen eine am linken Klemmkontakt befestigte Kupferblattfeder so weit heruntergedrückt, daß sie mit einer ähnlichen Feder, die an der rechten Klemme befestigt ist, in Kontakt kommt und so einen Kurzschluß unter Ausschaltung der Kohlesäulen bildet. Bei voll eingeschaltetem Motor geht also der Strom unmittelbar über diese Federn, so daß die Kohlesäulen nicht belastet sind. Noch zu erwähnen ist, daß auch die oberen Kontakt- und Druckstücke verkupferte Kohlestücke sind. Zur Isolation des Reglers nach außen ist zwischen die am Fußtritt befestigte und die im Porzellankörper befindliche, Spannung führende Zugstange ein Isolationsstück eingeschaltet.

Der Regler hat als Vorschaltwiderstand ohne Druck etwa 1100 Ω, die durch Druck bis auf 20 Ω verringert werden können. Schließlich tritt in der vorhin beschriebenen Weise Kurzschluß ein. Bei einem Widerstand zwischen 700 bis 1000 Ω beginnt der Motor zu laufen, je nach der Riemenspannung und der Temperatur des Motors. Am Regler sind dann etwa 140 V Spannungsabfall und der Strom beträgt rd. 0,2 A, d. h. 28 W werden von der Kohlesäule vernichtet. Die Temperatur der Säulen steigt dabei auf etwa 150 bis 200 ° C.

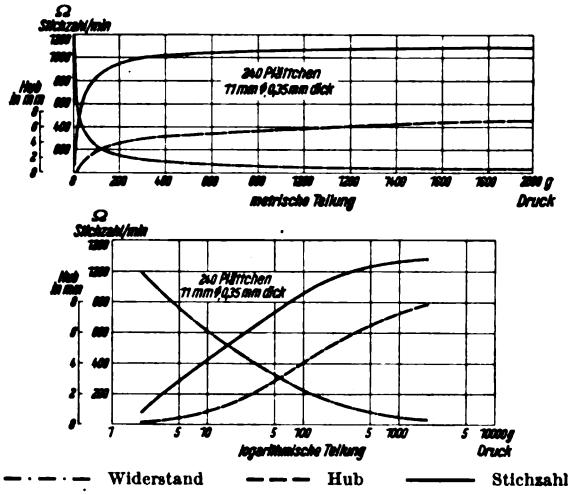


Abb. 2. Kohledruckwiderstand für Nähmaschinenantriebe.

Die mechanischen und elektrischen Vorgänge sind in Abb. 2 als Kurven dargestellt. Bei einer Gesamtdrucksteigerung[3]) auf etwa 2000 g fällt der Widerstand zuerst sehr schnell, dann langsam und schließlich nur noch außerordentlich wenig. Die Kohlesäulen verkürzen sich hierbei um rd. 3 mm. Beide Funktionen verlaufen etwa hyperbolisch. Einen ähnlichen Verlauf hat auch die noch aufgetragene Kurve der Abhängigkeit der Nähmaschinen-Stichzahl je Minute vom Druck, nur daß die Stichzahl ähnlich steigt, wie der Widerstand fällt.

Alle diese Werte werden bei Prüfung der Plättchen auf ihre Brauchbarkeit festgestellt, und zwar wird die Messung z. B. mit 220 V Wechselstrom und Belastung des Reglers durch Motor und Nähmaschine ausgeführt. Macht man eine Widerstandsmessung mit kleiner Spannung, z. B. mit einem 4 V-Akkumulator unter Aufnahme von Strom und Spannung, so erhält man andere Werte. Der Grund hierfür ist die Belastungsabhängigkeit des Widerstandes, die aus dem Verlauf der Stromspannungskennlinie ersichtlich ist und die ganz allgemein für Kohleplättchenwiderstände gilt. Die in Abb. 3 gezeigten Kennlinien wurden durch Messung an einer Säule von 240 Plättchen von 11 mm Dmr. und 0,35 mm Dicke aufgenommen, und zwar:

1. bei konstantem Druck mit 50 g,
2. „ „ „ „ 200 g.

Daraus ist ersichtlich, daß sich der Strom nicht proportional mit der Spannung ändert, d. h. daß der Widerstand abhängig von der elektrischen Belastung ist. Da der Temperaturkoeffizient des Widerstandes für Kohle

[3]) Unter „Druck" ist immer die zusammendrückende Kraft verstanden, nicht die Kraft je Flächeneinheit.

Digitized by Google

negativ ist, sinkt der Widerstand bei Erhöhung der Belastung. In dem hier betrachteten Sonderfall beträgt bei einer Belastung von etwa 35 W die Verminderung des Widerstandes rd. 14 %, und zwar bei beiden Drücken. Da diese Verminderung des Widerstandes bei gleicher Spannungserhöhung aber einmal bei Änderung von 45 auf 95 V, das andere Mal bei Änderung von 10 auf 60 V vor sich geht, ist daraus zu entnehmen, daß ohne gleichzeitige Änderung der Belastung eine Abhängigkeit des

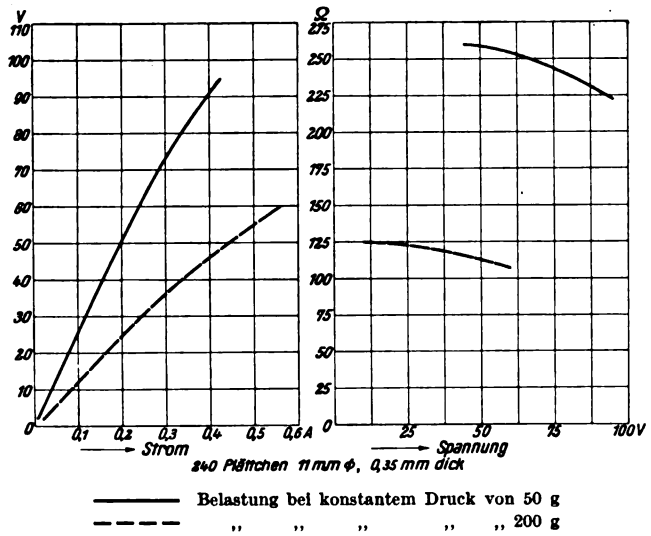


Abb. 3. Kennlinien eines Kohledruckwiderstandes.

Widerstandes von der absoluten Höhe der Spannung in diesen Bereichen nicht vorhanden ist. Andere Versuche haben das auch bestätigt. Eine solche Abhängigkeit tritt erst bei viel höheren Spannungen auf. So wurde mit unserer Stoßstrombatterie an einer Kohleplättchensäule, die bei normaler Gebrauchsspannung 235 Ω hatte, folgendes gemessen:

bei 3,2 kV	160 Ω
„ 6,9 kV	138 Ω
„ 10,5 kV	105 Ω
„ 14,5 kV	73 Ω,

d. h. ein Widerstandsabfall von rd. 70 %. Bei homogenen Kohlestäben tritt diese Spannungsabhängigkeit nicht auf.

Die absolute Größe der Widerstandsverminderung ist natürlich bei den verschiedenen Drücken ganz verschieden, und zwar beträgt sie bei niedrigen Drücken wesentlich mehr, bei größeren Drücken weniger. Die Erklärung dafür ist die Tatsache, daß bei geringen Drücken weniger Kontaktpunkte als bei hohen vorhanden sind, die bei gleicher elektrischer Belastung viel wärmer werden.

Aus der Art der Abhängigkeit des Widerstandes von Strom und Spannung kann man auch auf die Art der Kontakte schließen. Bildet man den Quotienten aus dem Widerstandswert R bei höherer Spannung und höherem Strom und dem Widerstandswert R_0 bei kleiner Spannung und ebensolchem Strom und trägt diesen Quotienten in Abhängigkeit von der Spannung auf, so erhält man eine Kennlinie, die der von R. Holm[4]) entspricht. Diese Kennlinie ist dann das Kriterium dafür, daß die Kontakte rein, d. h. ohne Fremdschicht, sind und außerdem eine konstante Berührungsfläche haben.

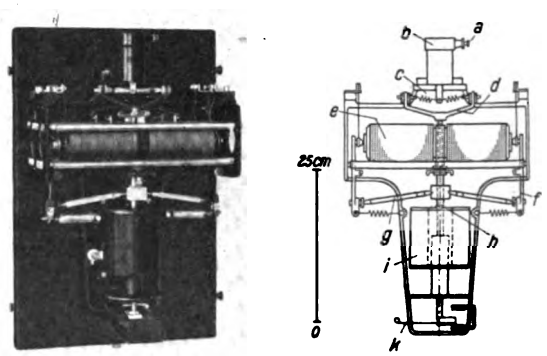
Die Spannungsfunktion, nach der der Quotient R/R_0 verläuft, ist dann nur vom Werkstoff der Kohleplättchen abhängig, und zwar von der elektrischen und der Wärmeleitfähigkeit und deren Temperaturkoeffizienten. Die Gleichung für den Zusammenhang dieser Größen kann zurückgeführt werden auf Berechnungen von Kohlrausch über die Belastung eines Drosselwiderstandes. Aus der von Holm hiernach aufgestellten Formel geht hervor, daß bei Kontakten von schlecht leitendem Kohlewerkstoff der Quotient R/R_0 sich bei Spannungs- und damit Stromerhöhung weniger von dem Wert 1 entfernt als bei Kontakten von besserleitendem Werkstoff bei der gleichen Spannungserhöhung.

Wenden wir diese Feststellung auf unseren Fall an, wo es sich ja um die Summe von hintereinander geschalteten Kontakten handelt, so kann geschlossen werden, daß Kohlewiderstandssäulen aus amorphen Plättchen bei einer bestimmten Spannungserhöhung geringere Widerstandsverluste haben werden als Säulen aus graphitischen Plättchen bei der gleichen Spannungserhöhung. Unsere Messungen und die Ergebnisse der Praxis bestätigen das auch. Die Höchstwerte des Widerstandsverlustes an normalen Säulen betragen etwa 25 bis 30 % des ursprünglichen Widerstandes, bei Spannungsänderungen in den üblichen Grenzen und dadurch gegebenen höheren Strombelastungen sowie Erwärmungen bis zu rd. 300 ° C. Treten dennoch größere Widerstandsverluste auf, so muß man auf Überlastung des Widerstands schließen und dadurch bedingte Oberflächenveränderungen, wie örtliche Verbrennungen usw. Solche Widerstandsverluste sind dann auch nicht mehr vollständig rückgängig zu machen, d. h. es bleiben Änderungen des Widerstandes auch bei Entlastung der Säule und Rückgang auf kleine Belastungen zurück.

b) Selbsttätige Kohledruckregler (Schnellregler).

Als Beispiel soll einer der mannigfachen selbsttätigen Kohledruckregler gelten, der bereits seit langer Zeit eine vielseitige Verwendung findet. Er ist für folgende Regelarten geeignet:

1. Spannungsregelung eines einzelnen selbständigen Generators für Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom.
2. Spannungsregelung mehrerer parallel arbeitender Gleich- oder Drehstromgeneratoren.
3. Spannungsregelung von einzelnen Stromkreisen.
4. Stromregelung von Generatoren oder einzelnen Stromverbrauchern.
5. Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren.



a Drosselschraube	*d* Einstellschrauben	*h* Achse
b Luftbremse	*e* Kohlesäulen	*i* Magnetspule
c Rückführfedern	*f* Schwingen	*k* Blattfeder
	g Stelzen	

Abb. 4. Selbsttätiger Kohledruckregler. Schnellregler für Gleich- und Wechselstrom.

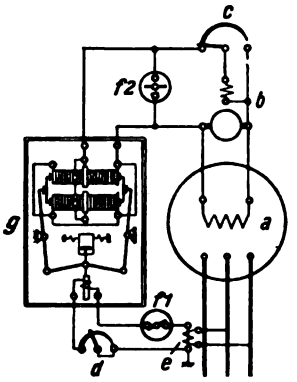
Der Regler (Abb. 4) besteht im wesentlichen aus einem Steuerorgan, vier waagerecht gelagerten Kohlesäulen von je 132 Plättchen, 54 mm Dmr. und 0,7 mm Dicke, einer Druckvorrichtung und einer Rückführungseinrichtung.

Die Schaltung in Abb. 5 ist für die Spannungsregelung eines Drehstromgenerators bestimmt, wo die Rege-

[4]) Siehe Fußnote 2.

Digitized by Google

lung im Feld einer selbsterregten Erregermaschine vorgenommen wird. Bei Generatoren kleiner Leistung kann auch Regelung im Haupterregerstrom angewendet werden. Über einen Spannungswandler *e* liegt die auf einen Sollwert eingestellte Wechselspannung des Generators *a* an der Magnetspule. Im Feld der Erregermaschine *b* be-



a Generator
b Erregermaschine
c Handregler
d Sollwerteinsteller
e Spannungswandler
f_1, f_2 einpolige Ausschalter
g Kohledruckregler

Abb. 5. Kohledruckregler zur Spannungsregelung eines Drehstromgenerators.

finden sich die parallel geschalteten Kohlesäulen *g*. Weicht die an den Klemmen der Spule liegende Spannung von ihrem Sollwert ab, so bewegt sich der Kern nach oben oder unten. Dadurch wird der Druck auf die Kohlewiderstände vermindert bzw. verstärkt und entsprechend der Regelwiderstand vergrößert bzw. verkleinert. Je größer die Abweichung der Generatorspannung vom Sollwert ist, einen um so größeren Weg legt das Steuerglied des Reglers zurück und um so größer ist die Änderung der Erregerspannung, welche die Generatorspannung auf ihren Sollwert zurückführt. Die Leistung, die in den vier Widerstandssäulen dieses Reglers vernichtet werden darf, beträgt im Höchstfalle 500 W, also 125 W je Säule. Dieser Grenzverlustleistung entspricht im Mittel eine Erregerleistung von selbsterregten Erregermaschinen von etwa 1,5 bis 2 kW.

Die mechanischen und elektrischen Vorgänge an einer Kohleplättchensäule. — Bei Druckänderung von etwa 50 g auf 200 bis 500 g tritt eine Widerstandsverminderung von rd. 80 Ω auf 10 Ω ein. Dabei verkürzt sich die Säule um höchstens 1,5 mm und steigt der Strom bis auf ungefähr 3,5 A. Die Brauchbarkeit der Säule wird durch Aufnahme von Druck-Weg-Widerstandskurven festgestellt, wie sie in Abb. 6 zu sehen sind.

Entsprechend der waagerechten Lagerung der Säule in der Praxis stellt die Abszisse den Druckweg oder Hub dar, wobei der Nullpunkt rechts liegt, d. h. daß die Säule einem von rechts kommenden Druck ausgesetzt ist, dessen Größe durch die Ordinate dargestellt wird. Die eingezeichneten Zahlen sind Widerstandswerte in Abhängigkeit vom Druck. Die zweite Kurve zeigt die Abhängigkeit von Druck, Hub und Widerstand bei Verminderung des Druckes und selbsttätigem Zurückfedern der Plättchen. Die verschiedene Lage der beiden Kurven, die einen hysteresisartigen Verlauf zeigen, ist so zu erklären, daß kleinste Reibungen auf den Unterlagestäben aus Glas das vollständige Zurückfedern der Plättchen verhindern. Dieses bedeutet für das Kräftespiel des selbsttätigen Reglers eine zu berücksichtigende Tatsache. Für die elektrischen Verhältnisse des Spannungsreglers ist es vollkommen unwichtig, welche Lage der Regelmechanismus zur Herbeiführung der richtigen Generatorspannung einnehmen muß. Die Magnetspule regelt nämlich so lange weiter, bis der richtige Widerstand in den Kohlesäulen vorhanden ist, der die Generatorspannung und damit die an ihren Klemmen liegende Spannung auf den Sollwert bringt. Bei welchem Druck auf die Kohlesäulen und bei welchem Hub das Gleichgewicht hergestellt wird, ist unwesentlich, wenn beides nur im Wirkungsbereich der Spule liegt.

Der Betrachtung dieses Sonderfalles der Verwendung von Kohleplättchenwiderständen in Säulenform sollen wieder einige allgemeine Betrachtungen angeschlossen werden. Die Schaulinien der Abb. 6 zeigen, daß

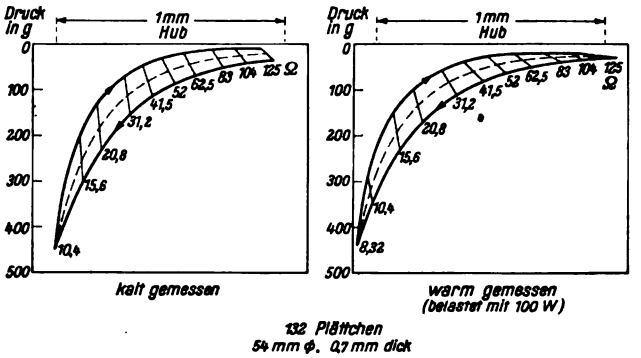


Abb. 6. Kennlinien der Kohledruckwiderstände eines selbsttätigen Reglers.

Widerstand und Hub etwa nach hyperbolischen Funktionen vom Druck abhängig sind. Eine Spannungsänderung an den Klemmen der Magnetspule verursacht aber eine wirksame Stromänderung in der Spule nach linearem Gesetz. Es ist nun Aufgabe der Mechanik des selbsttätigen Reglers, durch diese Stromänderungen linearen Charakters solche Kräfte und Hübe auszulösen, deren Verlauf dem ganz anderen Verhalten der Kohlesäulen entspricht. So gehören z. B. erhebliche Druckänderungen bei bereits vorhandenen hohen Drücken zur Erreichung eines bestimmten Hubes und der damit gegebenen Widerstandsänderung, aber ganz geringe Druckänderungen in der Zone niedrigen Druckes zur Erreichung des gleichen Hubes und der gleichen Widerstandsänderung der Kohlesäule.

(Schluß folgt.)

Der VDE auf der 4. Reichsnährstands-Ausstellung in München 1937.

621. 3 : 631 (064)

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat auf der 4. Reichsnährstands-Schau im Verein mit der Landesbauernschaft und mit Unterstützung namhafter Firmen in dem vom Reichsnährstand erstellten Musterbauernhof eine musterhafte, den Eigenarten des bäuerlichen Betriebes angepaßte und vorschriftsmäßige elektrische Installation gezeigt. Bei der Planung ist vornehmlich auf drei Gesichtspunkte Rücksicht genommen worden:

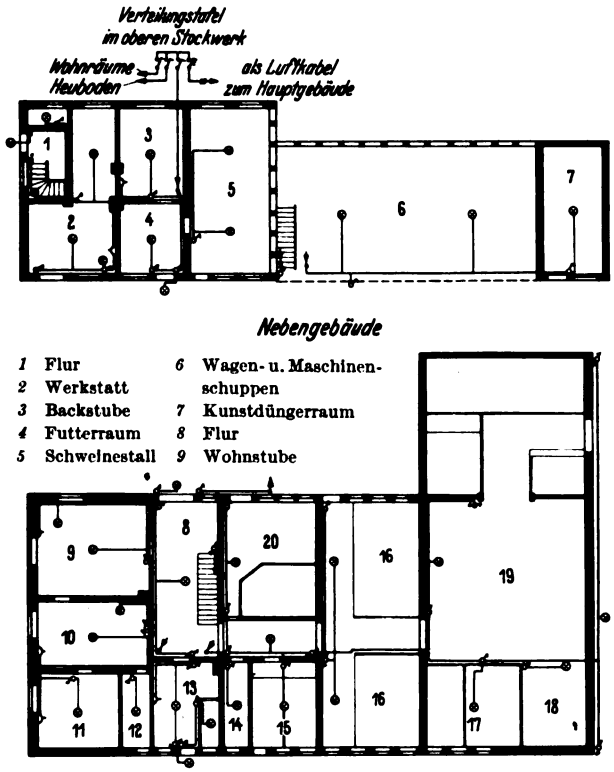
1. Auswahl des Materials unter Berücksichtigung der in den einzelnen Räumen möglichen Gefährdung,
2. einfache und übersichtliche Leitungsführung und dadurch geringe Erstellungskosten,
3. zweckmäßige und dem Raum angepaßte Beleuchtung.

In bäuerlichen Betrieben können drei Arten von Räumen unterschieden werden:

1. Wohnräume, in denen die normale und auch in städtischen Wohnungen übliche Installationsart gewählt werden kann;
2. Stallungen, Wirtschafts- und Futterküchen, die als feuchte Räume anzusprechen sind und demgemäß unter Berücksichtigung der Möglichkeit einer besonderen Gefährdung durch zu hohe Berührungsspannung installiert werden müssen. Hierunter fallen auch die Installationen im Freien, wie Hofbeleuchtung und im Freien angeordnete Steckdosen für Licht und Kraft.
3. Scheunen, Lagerräume und Werkstätten, in denen leicht brennbare Stoffe gelagert oder verarbeitet werden und bei denen daher auf die Feuersgefahr besonders Rücksicht genommen werden muß.

Digitized by Google

Mit Rücksicht auf die Eingrenzung von Störungen innerhalb des Leitungsnetzes, zu deren Beseitigung nicht immer ein Fachmann sofort zur Verfügung stehen wird, mit Rücksicht auf die Vorschrift, nach feuchten Räumen und ins Freie führende Leitungen allpolig außerhalb dieser Räume abschalten zu können, empfiehlt es sich, schon von der Hauptverteilung ab die Stromkreise für die einzelnen Raumarten getrennt zu verlegen. Hiervon sollte man nur absehen, wenn sich aus dieser Anordnung ein nicht



1	Flur	*6*	Wagen- u. Maschinenschuppen	*10*	Küche
2	Werkstatt	*7*	Kunstdüngerraum	*11*	Stube
3	Backstube	*8*	Flur	*12*	Speisekammer
4	Futterraum	*9*	Wohnstube	*13*	Wirtschaftsküche
5	Schweinestall			*14*	Milchküche
				15	Kälberstall
				16	Kuhstall
				17	Rinderstall
				18	Silo
				19	Bansen
				20	Pferdestall

Abb. 1. Musterbauernhof. Leitungsplan Erdgeschoß.

zu verantwortender zusätzlicher Leitungsverbrauch ergibt. Stromkreise für reinen Kraftanschluß werden zweckmäßigerweise immer unmittelbar von der Verteilungsstelle abgezweigt.

Die Leitungseinführungen in das Gehöft sollen in jedem Falle an einer leicht zugänglichen und trockenen Stelle liegen; keineswegs ist es zulässig, Leitungen in Scheunen oder anderen feuergefährdeten Räumen einzuführen, auch Stallungen und andere feuchte Wirtschaftsräume sind hierzu denkbar ungeeignet. Bei Zuführung der Energie durch Freileitungen, die unmittelbar über Dachständer oder Mauereinführungen angeschlossen werden, muß darauf geachtet werden, daß die erforderlichen Höhen der Leitungen vom Erdboden aus erhalten bleiben. Dachständer sind so anzuordnen, daß sie nicht in feuergefährdete Räume münden; die Hausanschlußsicherung ist möglichst nahe der Einführung anzubringen.

Diesen Gesichtspunkten ist bei der Erstellung der Installation im Musterbauernhof der 4. Reichsnährstands-Ausstellung Rechnung getragen worden.

Der Musterbauernhof (Abb. 1) besteht aus dem Bauernhaus mit angebauten Stallungen, Wirtschaftsräumen und der im Obergeschoß durch eine befahrbare Rampe zugänglich angeordneten Scheune. Ihm gegenüber liegt das Gesindehaus, das im Obergeschoß eine Dreizimmer-Gesindewohnung und den Heuboden enthält.

Die Leitungseinführung erfolgt durch einen Dachständer auf dem Gesindehaus. Im Hausbodenraum ist die Hausanschlußsicherung angeordnet, im Wohnflur des Gesindehaus-Obergeschosses ist die Verteilungsanlage untergebracht, von der in drei einpolig mit Leitungsschutzautomaten gesicherten Stromkreisen die Verteilung abzweigt. Von der gleichen Verteilungsanlage wird dreipolig die Speiseleitung für das Hauptgebäude, die über den Hof als Freiluftkabel geführt ist, abgezweigt. Auch die Verteilungstafel für das Hauptgebäude ist im oberen Wohnraumflur angeordnet. Von ihr zweigen ebenfalls drei einpolig gesicherte Stromkreise nach den Wohnräumen, den Stallungen und Wirtschaftsräumen (feuchte Räume) und der Scheune und ein dreipolig gesicherter Kraftstromkreis ab.

Die einzelnen Stromkreise sind durch Leitungsschutzschalter gesichert, die sich als vorteilhaft erwiesen haben, weil sie in der Ausführung als Sockelautomaten die Übersicherung von Stromkreisen durch zu hohe Sicherung oder Überbrücken des Schmelzleiters mit Sicherheit verhindern und weil sie, mit Auslöseknopf versehen, gleichzeitig als Schalter dienen und so die Anordnung besonderer Schalter unnötig machen.

Die Leitungen in den Wohnräumen sind durchweg als Rohrdraht auf Putz verlegt. Steckdosen in ausreichender Anzahl, z. T. in Kombinationen mit Schaltern, gestatten die Verwendung von Haushaltgeräten usw. Die Beleuchtungskörper sind dem jeweiligen Raum zweckentsprechend angepaßt, einfach in der Form und lichtrichtig ausgesucht worden. In den Stallungen, Wirtschafts- und Futterküchen wurden ausschließlich kabelähnliche Leitungen auf Isolierschellen verlegt. Steckdosen wurden nur insoweit angebracht, als es der Betrieb erfordert; es wurden ausschließlich isolierstoffgekapselte Schukodosen und Schalter gewählt, um soweit wie möglich Metallteile zu vermeiden, an denen bei Fehlern Berührungsspannungen auftreten können. Es wird hierdurch neben der angewendeten Nullung noch ein zusätzlichen Schutz gegen die sich erfahrungsgemäß in landwirtschaftlichen feuchten Räumen sehr schädlich auswirkenden zu hohen Berührungsspannungen geschaffen.

Die Beleuchtungskörper in diesen Räumen wurden ausschließlich unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verschmutzung, der notwendigen größten Lichtausbeute bei möglichst geringem Energieaufwand ausgewählt und angeordnet.

In den feuergefährdeten Räumen wurden kabelähnliche Leitungen dort verlegt, wo mit dem zusätzlichen Auftreten von Feuchtigkeit gerechnet werden mußte, z. B. im Heuboden; auch hierbei wurde ausschließlich isolierstoffgekapseltes Installationsmaterial verwendet. Dort, wo mit dem zusätzlichen Auftreten von Feuchtigkeit nicht gerechnet zu werden braucht, also in den Tischlerwerkstätten, der Getreidescheune, wurde die Verlegung in Stahlpanzerrohr mit gußgekapseltem Installationsmaterial gewählt. Kraftsteckdosen in der Scheune und am Maschinenschuppen gestatten den Anschluß von Dreschmotor und sonstigen motorisch angetriebenen Geräten.

Zur Beleuchtung des Hofes wurden über der Mitte des Hofes ein Tiefstrahler vorgesehen, dessen Aufhängung an dem Tragseil der Luftkabelüberführung vom Gesindehaus zum Hauptgebäude erfolgte, und verschiedene an den einzelnen Gebäuden angebrachte Leuchten, die eine ausreichende Beleuchtung der Zufahrtswege gewährleisten. Alle Leuchten sind einzeln vom Hauptgebäude aus ein- und ausschaltbar.

Diesen zweckmäßigen und richtigen Ausführungen wurden an zwei Stellen Ausführungen gegenübergestellt, wie man sie leider auch heute noch in vielen Fällen antrifft. Ein Teil des Maschinenschuppens wurde abgegrenzt und sowohl landwirtschaftlich als auch elektrisch mit ungewarteten und schadhaften Maschinen und gefährlicher, restlos unvorschriftsmäßiger Installation ausgerüstet. Gleicherweise wurde ein Teil der ausgedehnten Stallungen behandelt.

Der Lehrwert dieser Ausstellung ist nicht auf die Dauer der Ausstellung selbst beschränkt geblieben. Der Musterhof mit seiner gesamten Einrichtung bleibt noch etwa für die Dauer eines Jahres erhalten. Er soll als Schulungs- und Tagungsort der verschiedensten landwirtschaftlichen Organisationen dienen und dürfte so nicht unerheblich dazu beitragen, den interessierten Kreisen belehrend zu vermitteln, wie die elektrische Installation in landwirtschaftlichen Betrieben vorschriftsgemäß ausgeführt werden soll. Th. Teinert VDE.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

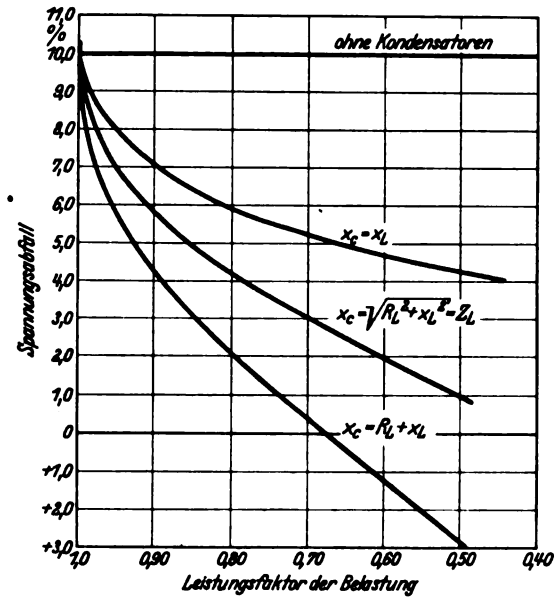
Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 319. 4 : 621. 316. 072. 2 **Verbesserte Spannungshaltung durch Reihenkondensatoren.** — Der Reihenkondensator zur Kompensation des Blindwiderstandes von Freileitungen und Umspannern ist in den V. S. Amerika wegen der dort vorliegenden Sonderverhältnisse (20% größerer Blindfall gegenüber den 50periodigen Netzen, große Leitungslängen) schon frühzeitig zu einem betriebssicheren und wirtschaftlichen Betriebsmittel der Kraftübertragung entwickelt worden. Die ersten technischen Anlagen dieser Art reichen bis auf das Jahr 1925 zurück. Die erste Großanlage war der im März 1928 in eine 33 kV-Leitung der New York Power & Light Comp.[1]) eingebaute Reihenkondensator mit dem Zweck, von zwei parallel arbeitenden 33 und 66 kV-Leitungen die stark überlastete 66 kV-Leitung durch Minderung des Blindwiderstandes der 33 kV-Leitung ausreichend zu entlasten. Die Gesamtleistung der Reihenkondensatoren in den amerikanischen Netzen mit Spannungen von 2,3 bis 66 kV beträgt z. Z. 4010 kVA. Als wichtigste Anwendungsgebiete des Reihenkondensators[2]) gelten u. a.: Minderung des Spannungsabfalles auf stark mit Blindstrom belasteten und langen Leitungen, Beseitigung der Spannungszuckungen beim Anlauf großer Motoren, durch stoßweise Belastungen wie Kollergänge, Bagger, Aufzüge, Lichtbogenöfen, Schweißanlagen u. dgl. Dabei zeichnet sich der Reihenkondensator gegenüber allen anderen Mitteln der Spannungsregelung durch seine ohne Relais u. ä. arbeitende Sofortwirkung aus. Außerdem ist er, wenn es sich darum handelt, über eine schon stark belastete Leitung vorerst nur eine bestimmte Zusatzlast zu übertragen, allen anderen Mitteln der Netzverstärkung (Erhöhung der bei gleichem Spannungsabfall übertragbaren Leistung) wie Querschnittsverstärkung, Einschaltung weiterer Umspannstellen usw. wirtschaftlich meist überlegen. Hinzu kommt für stark belastete Leitungen großer Länge die Erhöhung der Systemstabilität[3]) und somit der auf ihnen übertragbaren Leistung. Mit Rücksicht darauf, daß der induktive Blindwiderstand einer Leitung sich auf deren ganze Länge verteilt, müssen Reihenkondensatoren stets so eingebaut werden, daß sie sowohl vor der stoßweisen Belastung als auch vor den normalen (nicht stoßweisen) Belastungen liegen, deren Spannungsabfall vermindert werden soll. Ihre Wirkung beruht darauf, daß sie den Scheinwiderstand Z der nicht kompensierten Leitung $Z = R + \mathrm{j}\, x_L$ vermindern auf

$$Z_C = R + \mathrm{j}\,(x_L - x_C) = \sqrt{R^2 + (x_L - x_C)^2},$$

wobei R der ohmsche Widerstand der Übertragung, x_L der induktive Blindwiderstand der Übertragung (Leitung) und x_C der kapazitive Blindwiderstand des Kondensators ist. Ihre Spannungsstützwirkung ist umso wirksamer, je größer das Verhältnis x_L/R und je kleiner der Leistungsfaktor der zu übertragenden Leistung ist (s. Abb. 1). Durch Überkompensation des Leitungs-Blindwiderstandes (x_L/R negativ) kann auch die Wirkkomponente des Längsfalles $\frac{N_w R}{U_2}$ (N_w Wirklast, U_2 Spannung am Ende der Leitung) auf 0 kompensiert ($U_1 = U_2$, U_1 Spannung am Anfang der Leitung) werden. Die Phasenleistung eines Reihenkondensators ist das Produkt aus Leitungsstrom und Spannung am Kondensator bzw. aus Quadrat des Leitungsstromes und kapazitivem Widerstand des Kondensators. Es genügt, den Reihenkondensator für denselben Dauernennstrom auszulegen, für den die die Leitung speisenden Umspanner bemessen sind.

Zum Schutz des Reihenkondensators gegen Überlastungen und seines Dielektrikums gegen Spannungs-Überbeanspruchungen, namentlich bei Kurzschlüssen, werden parallel liegende Funkenstrecken und Kurzschließer verwendet, die den Kondensator bei Überschreitung der zulässigen Klemmenspannung überbrücken, nach Abklingen des Stromes auf bzw. unter seinen Vollastbetrag jedoch selbsttätig wieder einschalten (Anm. d. Ber.: Die deutsche Technik verwendet dazu absolut verzögerungsfrei arbeitende spannungsabhängige Widerstände). Das Zu- und Abschalten der Kondensatoren an die bzw. von der Leitung kann — infolge ihrer lichtbogenunterdrückenden Wirkung — durch einfache Hörnerschalter (insgesamt 3) erfolgen. Bei Spannungen über 15 kV werden die Kondensatorengehäuse aus Gründen der Baustoffersparnis an das eine Ende der zu kompensierenden Leitung angeschlossen, die Gehäuse selbst wie die Leitung gegen Erde isoliert und wegen Berührungsgefahr in Schränken untergebracht. Bei Anschluß von Synchronmaschinen an blindwiderstandkompensierte Leitungen



x_c Blindwiderstand der Kondensatoren — x_L Blindwiderstand der Leitungen
R_L Wirkwiderstand der Leitungen — Z_L Scheinwiderstand der Leitungen

Abb. 1. Spannungsabfall auf einer Freileitung (Z_L = 0,88 + j 0,74 Ω/Meile) ohne und mit Reihenkondensatoren.

können, wenn der Winkel zwischen U_1 und U_2 sehr klein ist, Pendelungen zwischen diesen Maschinen und den Stromerzeugern[1]) auftreten. Abhilfsmaßnahmen dagegen sind entsprechende mechanische Belastungen der Synchronmaschinen und Dämpferwicklungen[2]). Die Vermeidung der Selbsterregung von Induktionsmotoren und die Verhinderung großer Erregerströme in unbelasteten Umspannern, möglich bei deren Zuschaltung mit großem Einschaltstromstoß, können u. U. Sondermaßnahmen erfordern. [R. C. Buell, Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 174; 6 S., 10 Abb.] *H. Schz.*

621. 398 : 621. 316. 13 **Vorbedingungen und Anwendungsmöglichkeiten der „Transkommando"-Fernschaltung in Drehstromnetzen.** — Über die in einem größeren Netzteil des Stuttgarter Drehstromnetzes betriebene „Transkommando"-Fernschaltung[3]) liegen die in einjährigem Betrieb gesammelten praktischen Erfahrungen vor. Den Aufbau und die Wirkungsweise dieses Fernschaltverfahrens zeigt folgende grundsätzliche Anordnung. An bestimmten Punkten des fernzuschaltenden Netzes sind in nur eine Phase des Netzes Unterbrechungs-Schnellschalter hochspannungsseitig eingebaut. Werden diese zu genau gleichem Zeitpunkt betätigt, so entsteht im ganzen dahinter liegenden Netz zunächst hochspannungsseitig eine einphasige kurzzeitige Stromunterbrechung, verbunden mit weicher Spannungsabsenkung von etwa zwei Perioden Dauer. Diese Spannungsabsenkung überträgt sich über die an das Hochspannungsnetz angeschlossenen Um-

[1]) Gen. Electr. Rev. 31 (1928) S. 432.
[2]) Electr. Wld., N. Y. 103 (1934) S. 942; Electr. J. 33 (1936) S. 145; AEG-Mitt. (1936) S. 147; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 419; Schweiz. techn. Z. 11 (1936) S. 587.
[3]) Gen. Electr. Rev. 33 (1930) S. 279.

[1]) Electr. Wld., N. Y. 106 (1936) S. 3488; ETZ 58 (1937) H. 17, S. 451.
[2]) „Stability of Synchronous Machines — Effect of Armature Resistance", J. Amer. Inst. electr. Engrs. Quarterly 1930, Januar-Heft.
[3]) ETZ 57 (1936) S. 575.

Digitized by Google

spanner auf das Niederspannungsnetz, gleichgültig, ob dieses vermascht oder offen betrieben wird. Für jeden zu übertragenden Schaltbefehl werden drei zusammengehörige Spannungssenkungen ins Netz gegeben. Auf die erste ankommende Spannungssenkung spricht das Empfangsgerät durch Anlauf eines Synchronmotors an (Startimpuls). Die zweite Spannungssenkung wird in einem zeitlich wählbaren Abstand nach der ersten Senkung hinausgegeben. Jedem Zeitabstand (z. B. von Sekunde zu Sekunde gestaffelt) entspricht dabei ein ganz bestimmter zugeordneter Schaltbefehl (Auswahlimpuls). Eine dritte Spannungssenkung löst endlich das ausgewählte Kommando innerhalb des Empfangsgerätes aus (Sicherstellungsimpuls). Kommt der dritte Impuls nicht im richtigen Gesamtzeitabstand oder gehen nur zwei Impulse oder gar nur ein Impuls ins Netz, so laufen die Empfangsrelais zwar an, führen aber keinen Schaltbefehl aus. Hierdurch wird eine weitgehende Sicherheit in der Übertragung der Schaltbefehle und völlige Unabhängigkeit der Relais gegen unbeabsichtigte Spannungssenkungen erreicht.

Die zur Einrichtung der Transkommandoanlage nötigen Bauteile sind demnach: 1. die Transkommando-Sendeeinrichtung, 2. der Transkommando-Druckgasschalter, 3. das Transkommando-Empfangsgerät. Der gewünschte Schaltbefehl wird in einfachster Weise durch Drücken eines Knopfes auf der Sendeeinrichtung gegeben. Darauf schickt der Druckgasschalter drei Unterbrechungsimpulse in zeitlich genau zugeordnetem Abstand ins Hoch- und Niederspannungsnetz, und an beliebig vielen Empfangsstellen im Netz führen die Empfangsgeräte den gegebenen Schaltbefehl aus. Die Zeitdauer eines Schaltbefehles ist durch die allerjüngste Entwicklung auf nur noch 12 s herabgedrückt worden.

Die Anwendung der Transkommando-Fernschaltung ist auch in verwickelteren Netzgebilden technisch und wirtschaftlich gut möglich. Grundbedingung ist nur, daß in jedem ankommenden Zweig des Energiezuflusses (Knotenpunkt) ein Transkommandoschalter eingebaut wird. Sind mehrere Speisepunkte vorhanden, so werden sämtliche Transkommandoschalter mit der an zentraler Stelle angeordneten Sendeeinrichtung elektrisch verbunden. Durch abstimmbare Glieder in der Sendeeinrichtung wird erreicht, daß alle Transkommandoschalter (auch bei etwa verschiedenen Eigenzeiten der Schalter) die Unterbrechung der einen Phase des Hochspannungsnetzes zu genau gleichem Zeitpunkt (auf ½ Periode genau) ausführen. — Die Geräte für die Transkommando-Fernschaltung lassen sich auch in schon vorhandene Anlagen ohne große Schwierigkeiten einbauen. Je nach den vorliegenden Verhältnissen wird dabei eine 4. Schiene zu Hilfe genommen, die auch als Kabel ausgebildet werden kann. Über die Auswirkungen der zweiperiodigen Spannungsabsenkung auf den Netzbetrieb und die angeschlossenen Stromverbrauchsgeräte konnten auf Grund der bisher rd. 14 000 in das Netz gegebenen „Tastungen" wertvolle Erfahrungen gesammelt werden. Nur bei Synchronuhren ohne asynchronen Anlauf und bei Quecksilberdampf-Hochdrucklampen haben sich Störungen gezeigt, jedoch lassen sich diese einfach abstellen. Die Anwendungsmöglichkeiten dieses Fernsteuerverfahrens sind infolge der völlig freien Wahl des Schaltzeitpunktes sehr vielseitig. Als nächstliegende Anwendungen kommen die Fernschaltung der Straßenbeleuchtung, der Doppeltarif- und Sperrzeiten und die Übertragung von Luftschutzsignalen in Frage. [Jakob und O. Heyl, Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 398; 5 S., 12 Abb.] *Sws.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 323. 018. 6 **Die selbsterregten Schwingungen des Drehstrom-Doppelfeldmotors.** — Vielfach besteht das Bedürfnis nach einem Drehstrommotor, der ebenso einfach wie ein Asynchronmotor ist, aber mit erhöhter oder einer Zwischendrehzahl betrieben werden kann. Dieser Forderung genügt der Drehstrom-Doppelfeldmotor, der bei normaler Frequenz in zweipoliger Ausführung 6000 U/min und sechspolig 2000 U/min zurücklegt. Ein Mangel des normalen Doppelfeldmotors ist seine Neigung, in selbsterregte Schwingungen zu geraten, die zum Außertrittfallen führt. G. Haberland bestimmt auf rechnerischem Wege das die Pendelungen anfachende Moment und untersucht die Verfahren, die zur Vermeidung der Pendelungen vorgeschlagen sind. Ein symmetrischer Doppelfeldmotor läuft stabil, wenn man durch Erhöhen des Kupferaufwands für die Wicklung das anfachende Moment so weit erniedrigt, daß es durch das dämpfende Moment des Lufters aufgehoben wird. Nahezu dieselbe Wirkung erzielt man, wenn man die Wicklung nach E. H. Rosen unsymmetrisch ausführt und den erforderlichen Mehrbedarf an Wicklungskupfer auf dem Ständer unterbringt, was bauliche Vorteile bietet. Das von M. Kloß vorgeschlagene Verfahren, den Ständer mit einer dreiphasigen, an der Maschinenspannung liegenden Hilfswicklung zu versehen, führt bei Einhaltung gewisser baulicher Maßnahmen zu einer wirksamen Dämpfung der Pendelungen. Die in dem Aufsatz untersuchten Verfahren zur Erzielung eines stabilen Ganges erfordern gegenüber einem normalen Drehstromdoppelfeldmotor einen erhöhten Kupferaufwand; am günstigsten erweist sich in dieser Beziehung die Anordnung von M. Kloß. Die von H. Voigt angegebene Bauart[1]) kann ähnlich wie die anderen Fälle rechnerisch geprüft werden; sie ist aber von G. Haberland nicht behandelt, weil sie erst nach Abschluß seiner Arbeit veröffentlicht ist. [G. Haberland, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 10, S. 643; 10 S., 6 Abb.]

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 935 **Über die erstmalige Bestimmung der günstigsten Einstellung von Erdschlußspulen.** — In der allgemeinen Ersatzschaltung werden zunächst die Unterschiede zwischen der Sternpunktsverlagerung ohne Erde, derjenigen mit Erde und der Sternspannung der geerdeten Phase auseinandergesetzt. Dabei ergibt sich aus der Praxis eine Sternpunktsverlagerung ohne Erde erst bei Netzen über 50 kV Betriebsspannung. Aus dieser Feststellung wird gefolgert, daß der günstigste Kompensationsgrad unter Vermittlung der Sternpunktsverlagerung ohne Erde nur bei höheren Spannungen möglich ist, während sich bei niederen Spannungen die genauen Abstimmungen durch hochohmige Widerstandserdschlüsse ergeben. Bei Verwendung der Abstimmung aus der Sternpunktsverlagerung ohne Erde besteht die Beziehung

$$\text{Verlagerungsspannung} = \frac{\text{Sternpunktsverlagerung}}{\text{Wirkreststrom in Prozent}}.$$

Da der Wirkreststrom 5% des Erdschlußstromes nicht überschreitet, wird die maximale Verlagerungsspannung höchstens das 20fache der Unymmetriespannung. Durch Messung der Erdspannungen der drei Phasen läßt sich der Ortskreis der Nullpunktsverlagerung finden, wobei sich die günstigste Einstellung als Kreisdurchmesser ergibt.

Bei Erdschlüssen über Widerstände ist gleichfalls ein Kreisdiagramm aufzustellen. Aus der Größe und Lage der Erdspannungen der gesunden Phasen im Erdschlußfalle läßt sich feststellen, ob Unter- oder Überkompensation vorhanden ist. Stimmen beide Erdspannungen überein, so besteht Auskompensation. Für die Bemessung des Erdungswiderstandes wird eine Verlagerungsspannung von etwa 90% der Sternspannung zugrunde gelegt, so daß der Erdungswiderstand 10% der Erdableitungswiderstände betragen muß. Wird dieser Widerstand mit 10% des kapazitiven Widerstandes gegen Erde angesetzt, so ergibt sich als Faustformel, daß der Erdungswiderstand gleich dem Widerstand der Erdkapazität zu wählen ist. Der Erdungswiderstand gibt eine genügende Begrenzung des Kurzschlußstromes bei etwaigem Doppelerdschluß. — Die beschriebenen Verfahren haben sich im Betrieb bestens bewährt, zumal sich die Versuche ohne Gefährdung des Netzes durchführen lassen. [E. Groß, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 165; 5½ S., 6 Abb.] *Bbg.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 754. 087 **Kontrastausgleich in Oszillogrammen mit stark wechselnder Schreibgeschwindigkeit.** — In der Abhandlung wird ein inzwischen bereits in dieser Zeitschrift von Alberti[2]) vorgeschlagenes Verfahren beschrieben und an praktischen Beispielen gezeigt, um die Belichtung längs einer oszillographischen Kurve unabhängig von der jeweiligen Schreibgeschwindigkeit konstant zu halten, so daß die Kurve durchweg mit gleichbleibender Schwärzung geschrieben wird. Zu diesem Zweck wird der den Oszillographen speisende Strom oder die entsprechende Spannung mit Hilfe eines Transformators oder eines Kondensators differenziert, in ihrer negativen Phase umgekehrt, und mit der so erhaltenen Spannung wird die Helligkeit des Oszillographenlichtstrahls oder des Leuchtflecks einer Kathodenstrahlröhre moduliert. In der Ruhestellung ist der Leuchtfleck am dunkelsten und wird um so heller, je schneller er ausgelenkt wird, d. h. je schneller sich die Ablenkspannung ändert. Die Wirkung dieses Kontrastausgleichs wird am Beispiel einer einfachen Rechteckspannung,

[1]) H. Voigt, Elektrotechn.. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 73.
[2]) Alberti, ETZ 58 (1937) H. 5, S. 121.

Digitized by Google

eines Elektrokardiogramms und eines „Triogramms“[1]) genauer gezeigt. [H. E. Hollmann, Z. Instrumentenkde. 57 (1937) S. 202; 6 S., 6 Abb.] *Sb.*

621. 317. 785 Entwicklung eines neuzeitlichen Wattstundenzählers. — Nach allgemeinen Betrachtungen über die bekannten Eigenschaften von Induktionszählern werden der Aufbau und die Eigenschaften des neuesten Wechselstromzählers beschrieben. Er ist ein stark überlastbarer Zähler (400% der Nennlast) niedriger Umdrehungszahl (16 U/min). Besonderer Wert ist auf die Ausbildung eines geeigneten Nebenschlusses zum Hauptstromeisen gelegt, um eine gestreckte Fehlerkurve zu erreichen. Die Wirkung des Nebenschlusses bei kleinen und großen Lasten wird besprochen und der Zusammenhang mit der Permeabilität des Hauptstromeisens behandelt. Eine weitere Verbesserung der Lastkurve ist durch Vergrößerung des Spannungsflusses und Verkleinerung des Hauptstromflusses bei gleichbleibendem Nenndrehmoment von etwa 5 gcm erreicht. Die Temperaturkompensation für induktionsfreie Last wird durch einen magnetischen Nebenschluß mit negativem Temperaturkoeffizienten am Bremsmagnet hergestellt. Für induktive Last ist das Verfahren von Faus (V. S. Amerika, Patent 2 050 881) angewendet; es besteht darin, daß die Kurzschlußwindung am Spannungseisen zur Herstellung der genauen 90°-Verschiebung mit einem Ring aus magnetischem Werkstoff von negativem Temperaturkoeffizienten umgeben ist. Die Abmessungen sind so getroffen, daß bei Temperaturänderungen die Phase des Spannungsflusses gegenüber der Spannung erhalten bleibt. Für den Zähler der Nennstromstärke 12,5 A, der bis 60 A belastbar ist, sind alle Daten vollständig angegeben. Außer diesem sogenannten Haushaltzähler (Domestic) sind noch zwei andere genannt: Ein sogenannter Geschäftszähler (Commercial) für 50 A Nennstrom, der bis 150 A belastbar ist, und ein Zähler für kleine Lasten (Low Capacity) für 5 A Nennstrom, der bis 20 A belastbar ist. Diese drei Zähler sollen alle bisherigen Zähler, die für eine größere Anzahl von Nennstromstärken ausgelegt waren, ersetzen. [J. F. Kinnard u. H. E. Trekell, Electr. Engng. 56 (1937) S. 172; 8 S., 15 Abb.] *Schml.*

Elektrowärme.

621. 365. 41. 001. 4 Untersuchungen an Heizdrähten. — In dem Laboratorium der Universität Kapstadt wurden erneut Untersuchungen über die Lebensdauer und Dehnbarkeit verschiedener Widerstandslegierungen bei hohen Temperaturen angestellt. Es wurden drei Gruppen von Legierungen untersucht:

	Nickel %	Eisen %	Chrom %	Kobalt %	Aluminium %
Gruppe I	0	73	20	2	3
Gruppe II	0	64,3	29,9	0,1	5,7
Gruppe III	80	20	—	—	—

Um vergleichbare Werte zu erhalten, wurde ein Normal-Prüfmuster geschaffen. Die Versuchstemperaturen lagen zwischen 800 und 1300°. Die höchste Lebensdauer wurde bei Drähten der Gruppe II erreicht. Bei den Messungen der Dehnbarkeit ist es wichtig, daß der Prüfdraht selbst vom Strom durchflossen und nicht von außen erhitzt wird. Die Dehnbarkeit erleidet ihre größte Änderung bei allen drei Legierungsgruppen bei einer Temperatur von fast genau 500°, so daß man daraus schließen kann, daß in diesem Temperaturbereich eine merkliche Strukturveränderung vorgeht. [W. A. Kerkham, Electrician 118 (1937) S. 641; 1½ S., 5 Abb.] *Mö.*

Verkehrstechnik.

625. 1/.2 (085) (43) Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn 1936. — In der Betriebsrechnung schließen die Verkehrseinnahmen im Personen-, Gepäck- und Güterverkehr mit 3705 (3313,1)[2]) Mill RM, die Ausgaben für die Betriebsführung, Unterhaltung und Erneuerung mit 3513 (3433,9) Mill RM ab. Die Betriebszahl stellt sich demgemäß auf 88,16 (95,75). Die elektrische Zugförderung der Reichsbahn umfaßte 2284 (2225) km. Vorhanden waren an elektrischen Lokomotiven 521 (484), an Triebwagen für Oberleitung oder Stromschiene 1107 (1044). Die Ausbesserungskosten betrugen für eine elektrische Lokomotive 14 972,3 (15 711,3) RM. Das Schnelltriebwagennetz wurde weiter ausgebaut, auf der Strecke Stuttgart – München ein elektrischer Schnelltriebwagen für Oberleitung von gleicher Bauart wie die zweiteiligen Dieselschnelltriebwagen eingesetzt. Die Ausrüstung der Triebfahrzeuge auf dem schlesischen Gebirgsstreckennetz mit Kohleschleifstücken gegen Störungen im Rundfunkempfang hat sich auch bei den hohen Fahrgeschwindigkeiten bewährt. Eine neu entwickelte Schnellzuglokomotive E 19, Höchstgeschwindigkeit 180 km/h, 5000 PS Stundenleistung, zur Beförderung der schweren FD-Züge München – Berlin, die ohne Nachhilfe Züge von 360 t mit 60 km/h über die Steilrampen des Thüringer Waldes fahren wird, ist im Bau. Außer anderen Wechselstromtriebwagen wurde ein weiterer 4-achsiger Triebwagen für 50 Hz für die Höllentalbahn in Auftrag gegeben. Bei 2 E-44-Lokomotiven wurden Umspanner mit Aluminiumwicklung eingebaut. Der Entwurf für eine elektrische Lokomotive, bei der ausschließlich einheimische Baustoffe verwendet werden sollen, ist in Arbeit. *Pge.*

621. 355 : 621. 335. 4. 033. 11 Sind Batterien in Oberleitungs-Omnibussen von Wert? — In den englischen Obussen werden die Niederspannungs-Lichtbatterien, welche durch einen besonderen Generator gespeist werden, vielfach entsprechend so vergrößert, daß die Batterien als Antriebsbatterien benutzt werden können. Es werden zwei Batteriehälften in Höhe der Lichtspannung parallel geschaltet und in vorkommenden Fällen zum Antrieb des Wagenmotors hintereinander geschaltet. Vom Verfasser wird die Frage der Zweckmäßigkeit der Ausrüstung von Oberleitungsomnibussen mit Traktionsbatterien erörtert. Die zusätzlichen Kosten werden mit insgesamt 375 bis 500 RM[1]) veranschlagt. Für die vergrößerte Batterie wird ein gewisser Platz gebraucht, und eine erhöhte Überwachung wird für notwendig erachtet. Die Frage ist, ob dieser Nachteil unwichtiger ist als die Möglichkeit, über kurze Entfernungen sich ohne fremde Hilfe wegbewegen zu können.

Die nachfolgenden Ausführungen sind das Ergebnis von Rundfragen an eine Anzahl Oberleitungsomnibus-Betriebe. Eine Gesellschaft berichtet über dreiachsige Obusse, Leergewicht 9,5 t. Die verwendeten Batterien waren eine alkalische Nickel-Kadmium-Batterie von 60 V, 45 Ah (170 kg), dann eine Panzerplatten-Bleibatterie 60 V, 52 Ah (236 kg) und eine Gitterplatten-Bleibatterie 48 V, 68 Ah (180 kg). Am günstigsten verhielt sich die Gitterplatten-Batterie. In einem sechsrädrigen Obus (80 PS, 500 V) war eine 48 V, 60 Ah-Batterie von 155 kg eingebaut, das Wagengewicht betrug 8,5 t. Die festgestellte Geschwindigkeit beim Fahren mit dieser Batterie war 2,5 bis 3,3 km/h auf ebener Straße. Weitere Versuche mit einer 48zelligen alkalischen Batterie von 50 Ah (170 kg) an einem Doppeldecker-Omnibus brachten ebenfalls befriedigende Ergebnisse. Die Fahrstrecken waren im allgemeinen rd. 1¾ km. Das erhöhte Gewicht der Batterie ist weniger wichtig als der Platz, den sie erfordert. Sie muß so aufgestellt werden, daß sie leicht zugänglich ist und ausgewechselt werden kann. Die Batterie kann vorn neben dem Führer untergebracht werden, sie kann auch geteilt werden und unter den vorderen Sitzen Aufstellung finden. Weiter hat man als Platz auch einen solchen unter der Treppe zum Oberdeck benutzt. Die zusätzliche Schaltvorrichtung ist verhältnismäßig einfach. Es wird im einzelnen beschrieben, welche Sicherheitsmaßnahmen beim Umschalten von Oberleitung auf Batteriebetrieb bei den einzelnen Schalterausführungen getroffen wurden.

Eine Reihe von Urteilen von Fachleuten werden dahin zusammengefaßt, daß die Ausrüstung mit der Batterie keine besonderen Umstände macht, da sowieso eine Niederspannungsbatterie für die Beleuchtung vorhanden ist und die Vergrößerung keine wesentlichen Umstände bereitet. Dagegen hat die Batterie in vielen Fällen dazu verholfen, daß Betriebsstörungen überwunden wurden. Die Überwachung und Instandhaltung der Batterie soll weniger Aufmerksamkeit und Kosten verursachen als eine Starterbatterie bei Omnibussen. Bei Schäden an der Oberleitung oder im Stromabnehmer kann ein Fahrzeug mit Batterie in Nebenstraßen abgestellt werden, so daß der Verkehr in der Hauptstraße nicht gestört wird. Bei Kreuzungen sind isolierende Stücke leicht zu überwinden. Ferner ist ein Fahrzeug an den Endpunkten der Oberleitung frei beweglich. Rundstrecken zum Wenden des Fahrzeuges sind nicht erforderlich. Bei Beschädigungen der Straße kann ebenfalls mit der Batterie der Wagen umgeleitet werden. Schließlich wird die leichte Beweglichkeit in den Wagenschuppen betont. Neben diesen zustimmenden und teilweise begeisterten Äußerungen stehen

[1]) Vgl. Referat H. E. und W. Hollmann, Neue elektrokardiogr. Registrierverfahren. ETZ 58 (1937) H. 40, S. 1088.

[2]) Die Ziffern in Klammern gelten für 1935.

[1]) 1 £ = 12,5 RM.

Digitized by Google

Äußerungen auch dagegen. Manche glauben, das erhöhte Gewicht und die zusätzlichen Kosten nicht mit den Vorteilen, die hierdurch gegeben sind, in Übereinstimmung zu bringen. Ferner wird darauf hingewiesen, daß bei Steigungen der Wert der Batterie stark sinkt. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß, wenn auch bedingt durch manche örtlichen Umstände, ein Teil der Fachleute die Notwendigkeit der Ausrüstung von Obussen mit Batterie verneint, man anderseits gute Erfahrungen gemacht hat. [P. M. Sanders, Bus and Coach, (1937) S. 60; 5 S., 6 Abb.] *Cl.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 615. 2. 015. 51 **Über das Bewegungsspiel von Fasern und Staubteilchen bei elektrischer Beanspruchung verschiedener Kohlenwasserstoffe und über die Beeinflussung der Ölfestigkeit durch Feuchtigkeit, Luft und Fasern.** — In Glaskolben von einem kleinstmöglichen Ausmaße werden die Strömungserscheinungen von Fasern und Staubteilchen in elektrisch beanspruchten, verschiedenartigen Kohlenwasserstoffen, wie Transformatorenöl, Hexan und Ligroin, sowie in Luft und in destilliertem Wasser untersucht. Bei dem Bewegungsspiel der Fasern und Staubteilchen kann eine Gesetzmäßigkeit nicht festgestellt werden. Man kann nur erkennen, daß die durch Influenz zu Dipolen aufgeladenen Fasern und Staubteilchen längs der elektrischen Feldlinien wandern. Je nach der gemessenen, physikalischen Beschaffenheit der untersuchten Isolierstoffe zeigen sich deutlich grundsätzliche Unterschiede in dem Bewegungsspiel. Der Verfasser kommt in seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß ein Bewegungsspiel von Fasern und Staubteilchen sowie dessen Geschwindigkeit bestimmt wird von dem Verhältnis der Leitfähigkeit der Fasern und Staubteilchen zu der Leitfähigkeit des Stoffes, in welchem sie schweben. Das Verhältnis der Leitfähigkeiten bedingt auch die Verteilung der im elektrischen Feld erzeugten Ladungsenergie. Die Dielektrizitätskonstante des Stoffes ist für das Bewegungsspiel nicht verantwortlich, dagegen ist die Zähigkeit naturgemäß von Einfluß.

Der Verfasser untersucht dann noch den Einfluß von Luft, getrockneten Fasern und Feuchtigkeit jeweils getrennt und in gemeinsamer Wirkung auf die Durchschlagsfestigkeit eines destillierten Öls höherer Festigkeit.

An Hand dieser Versuche wird eine schematische Darstellung gegeben, welche für die einzelnen Festigkeiten die wahrscheinlichen Grenzgebiete der in einer früheren Arbeit[1]) angenommenen Theorien über den Durchschlag unter Öl wiedergibt. [E. Conradi, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 10, S. 667; 5 S., 5 Abb.]

621. 318. 4. 011. 4. 001 **Die Kapazität einer einlagigen Spule.** — Wenn man die Thomsonsche Formel der Frequenz eines Schwingungskreises $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ im Hochfrequenzgebiet benutzen will, lehrt die Erfahrung, daß zur Kondensatorkapazität C eine gewisse Größe, die „Kapazität der Spule" addiert werden muß.

Als theoretischen Wert der Spulenkapazität fand Breit[2]) durch vereinfachende elementare Annahmen über die Ladungsverteilung auf der Spule $0{,}44\,R$ µµF, Hallén[3]) $1{,}111\,a\,R$, wo R Spulenradius, $\alpha = \frac{\pi}{2}\,\frac{\ln^2 4a - 0{,}894\,08\ln 4a + 0{,}207\,38}{(2\ln 4a - 1)^2}$ und a das Verhältnis zwischen Durchmesser und Länge der Spule ist, $a > 1$, und schließlich Zuhrt[4]) für kurze und mittelkurze Spulen $0{,}48\,R$. Hallén und Zuhrt berücksichtigten die wahre Ladungsverteilung der Spule, und es kann gezeigt werden, daß ihre Voraussetzungen genau identisch sind. Numerisch muß für kurze Spulen den ersteren ein Vorzug gegeben werden. Wenn aber die Windungszahl der Spule nicht sehr groß ist, reichen diese Voraussetzungen nicht aus, sondern die Windungsdichte und die Drahtisolation spielen neben der Spulenform eine Rolle. Verfasser ist deshalb zu dem neuen Wert $1{,}111\left(\alpha + \frac{\mu\beta}{2n}\right) R$ µµF gelangt, wo n die Windungszahl ist, β kaum merklich von 1 abweicht und μ eine ausschließlich von der Drahtstärke, dem Windungsabstand und der Drahtisolation abhängige Konstante ist, die für blanken Draht theoretisch bestimmt worden ist[1]), aber sonst für jede Wicklungsart experimentell bestimmt werden muß. Die neue Formel scheint sich besser mit den gemessenen Spulenkapazitäten zu decken[2]). α kann auch durch eine für alle einlagige Spulenformen — auch lange — gültige Formel ausgedrückt werden. [Erik Hallén, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 10, S. 690; 10½ S., 2 Abb.]

621. 315. 21. 029. 5 : . 017. 22 **Die hochfrequente Wirbelströmung im kreiszylindrischen Schirmleiter verdrillter Leiterpaare.** — H. Buchholz untersucht diese Strömung für den Fall, daß es sich um sternverseilte Zwei- oder Vierleiterkabel handelt, die von einem konzentrischen Schirmleiter umgeben sind. Beim Einleiterpaar wird sowohl der symmetrische als auch der unsymmetrische Betriebszustand betrachtet, beim Zweileiterpaar oder Vierer allein der symmetrische Betriebszustand in beiden praktisch wichtigen Schaltungen, der Phant[illegible] von Erdschlußspulen. — Berechnung der Wirbels[illegible]ung werden zunächst die Unter- Grundlage das System der Gleichungen für das erregende Feld

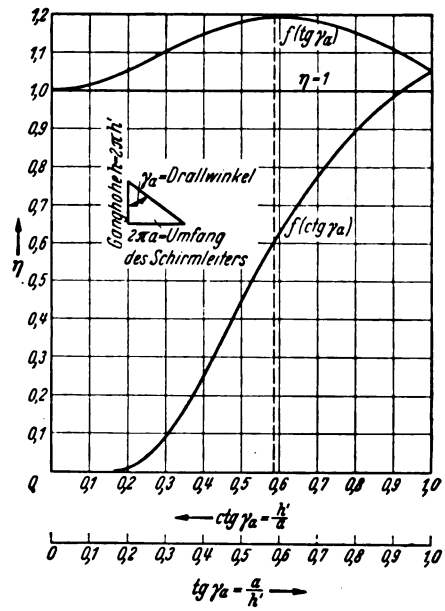


Abb. 2. Das Verhältnis η der Schirmverluste zwischen einem gleichmäßig verdrillten und einem geradeaus gestreckten Einleiterpaar in Abhängigkeit von $a/h' = \operatorname{tg}\gamma_a$.

einer einfachen, stromdurchflossenen Schraubenlinie mit einem in ihrer Achse liegenden Einzelleiter als Rückleitung. Die Beschränkung auf den Hochfrequenzfall drückt sich darin aus, daß von den magnetischen Feldlinien an der Schirmwandung ein zu ihr paralleler Verlauf angenommen wird. Da die Wirbelströmung im Schirm, wie die Rechnungen zeigen, bei Anregung durch gleichmäßig verdrillte Leitersysteme der angegebenen Art stets selbst wieder eine geometrisch ähnliche Schraubenstruktur besitzen, so sind für einen von Null verschiedenen Drallwinkel γ_a jedenfalls in dessen Anfangsbereich die Verluste stets größer als bei gerade ausgestreckten Leitersystemen. Diese Abhängigkeit der Verluste vom Drallwinkel ist in Abb. 2 dargestellt. Als Abszisse dient das Verhältnis $a/h' = 2\pi\,a/h = \operatorname{tg}\gamma_a$ oder das Reziproke hiervon, worin h die Ganghöhe und $2\pi\,a$ den Umfang des Zylinders bedeuten, auf dem das Schraubenlinienpaar liegt. Die Ordinate stellt das Verhältnis der Schirmverluste bei einem verdrillten zu einem unverdrillten Einleiterpaar dar.

Mit den Verlusten ändern sich infolge der Verdrillung auch die gegenseitigen Kopplungen zwischen den beiden Paaren eines nicht genau symmetrischen Vierers. Für diese Kopplungswiderstände werden in der Arbeit Formeln aufgestellt, die deren numerische Berechnung auch zwischen verdrillten Leiterpaaren ermöglichen. [H. Buchholz, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 8, S. 507; 16½ S., 4 Abb.]

---

[1]) Conradi, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 677.
[2]) Breit, Phys. Rev. 17 (1921) S. 629.
[3]) Hallén, Ark. f. Mat., Astron. och Fysik, Stockholm, 24 A, Nr. 5 (1933) S. 33.
[4]) H. Zuhrt, ETZ 55 (1934) S. 662.

[1]) Ann. Phys., Lpz. 29 (1927) S. 125 (Abb. 5).
[2]) W. Jackson, Phil. Mag. 19 (1935) S. 823.

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Phasenschieber-Kondensatoren in Überlandnetzen.

Von P. Altbürger, Berlin.

621. 319. 4. 072. 7. 004. 12 : 621. 311. 152

Übersicht. Auf der Grundlage von Belastungskurven wird untersucht, an welcher Stelle im Netz der Einbau von Phasenschieber-Kondensatoren am zweckmäßigsten erfolgt, wobei der Vorteil des im Netz weitgehend verteilten Einbaues der Kondensatorenleistung durch Errechnung der Ersparnis an Verlusten, Scheinleistung und Spannungsabfall veranschaulicht wird. Für eine gegebene Belastung wird die Ermittlung erreicht. Die Temperaturkomp[illegible]rhgeführt. Auf die un-Last wird durch einen magnetis[illegible]rkeit der Kondensatoren wird an Hand von Belastungskurven hingewiesen und eine einfache Hochspannungs-Schalteinrichtung beschrieben.

Die Ausnutzung vorhandener Anlagen kann durch Entlastung der Erzeugungs- und Übertragungsmittel von der Blindleistung wesentlich gesteigert werden. Man ist daher bestrebt, den Blindleistungsbedarf am Ort seiner Entstehung zu erzeugen, wofür hauptsächlich umlaufende Phasenschieber oder Kondensatoren in Frage kommen.

Während bei umlaufenden Phasenschiebern die Blindleistungserzeugung auf einzelne Schwerpunkte des Blindleistungsbedarfs beschränkt bleiben muß, gestattet die Verwendung des Kondensators in viel weiterem Maße den Grundsatz zu verwirklichen, daß die Blindleistung am Ort ihrer Entstehung kompensiert wird. Der einfache Aufbau des Kondensators, seine niedrigen Verluste, der Einbau ohne große Fundamente, die leichte Unterteilung der Leistung haben dem Kondensator, nachdem er auch eine genügende Betriebssicherheit erreicht hatte, weitgehenden Eingang in der Praxis verschafft.

Die vorgenannten Vorteile des Kondensators werden vielfach noch nicht richtig ausgenutzt. Es werden vor allem Hochspannungs-Kondensatorenbatterien mit großer Leistung in der gleichen Weise wie bisher die umlaufenden Phasenschieber zentral in Umspannwerken angeordnet, während der Kondensator bei verteiltem Einbau im Mittelspannungsnetz zur Verringerung der Übertragungsverluste und zur Steigerung der Übertragungsfähigkeit erst voll ausgenutzt werden kann. Nachstehend soll nun an Hand von Belastungskurven untersucht werden, wo der Kondensator in Überlandnetzen unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und betrieblicher Gesichtspunkte am zweckmäßigsten eingebaut wird und wie die Größe der Kondensatorleistung gewählt werden muß.

1. Kondensatoren beim Abnehmer.

a) Einzelkompensation.

Der Kondensator wird am Blindleistungsverbraucher selbst und mit diesem zusammen abschaltbar angeschlossen. Dies ist jedoch nur wirtschaftlich bei größeren Blindleistungsverbrauchern und ausreichenden Benutzungsstunden.

b) Gruppenkompensation.

Diese ist angebracht bei vielen kleinen Motoren mit schlechter Benutzungsdauer der einzelnen Motoren. Für den Einzelfall ist zu untersuchen, ob die Kondensatoren besser auf der Hoch- oder Niederspannungsseite eingebaut werden, wenn es sich um Hochspannungsabnehmer handelt.

2. Kondensatoren im Netz.

Trotz tariflicher Vergünstigungen, die dem Abnehmer bei Blindleistungskompensation gewährt werden, bleibt noch eine erhebliche Blindleistung, mit der die Erzeugungs- und Verteilungsanlagen belastet werden. Die Höhe und der zeitliche Verlauf der Blindleistung ist bedingt durch die Betriebszeiten der blindleistungsverbrauchenden Abnehmer und schwankt zwischen Tag und Nacht, Wochentagen und Sonntagen stark. In Überlandnetzen mit einem ausgedehnten Hochspannungsnetz wird durch die Ladeleistung der Leitungen die am Tage auftretende induktive Blindleistung zu einem Teil kompensiert. Nachts und Sonntags ergibt sich jedoch ein Überschuß an kapazitiver Blindleistung, so daß die Maschinen stark voreilend belastet werden. Die Stabilität der Stromerzeuger wird hierdurch gefährdet, so daß in den belastungsschwachen Zeiten eine Kompensation der Ladeleistung durch Blindstromdrosselspulen auf ein betrieblich erträgliches Maß erforderlich wird. Abb. 1 zeigt den

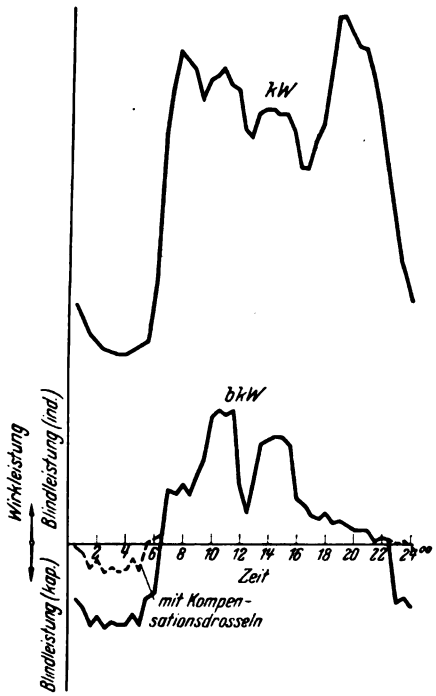


Abb. 1. Gesamtbelastungskurve eines Überlandnetzes (Februar, Freitag).

Verlauf der Wirk- und Blindleistung bei einem großen Überlandnetz mit 3250 km 100/50 kV und 30 000 km 3 bis 30 kV Freileitung und Kabel. Hiernach tritt nachts eine voreilende Blindleistung auf, die fast die Größe der induktiven Blindleistung am Tage erreicht. Durch Blindstromdrosselspulen, die verteilt im Netz an die Hochvoltransformatoren angeschlossen sind, muß ein großer Teil der kapazitiven Blindleistung kompensiert werden. Die Belastungskurve zeigt deutlich, wie unbedingt erforderlich die Abschaltung der Kondensatoren in den belastungsschwachen Zeiten ist. Würden diese auch nachts am Netz bleiben, so kommt zu dem schon durch die Ladeleistung der Leitungen vorhandenen kapazitiven Blindleistungsüberschuß noch die Blindleistung der Kondensatoren hinzu, die wegen Abschaltung der zu kompensierenden Verbraucher nicht am Einbauort verbraucht wird. Es würden also in diesem Falle weitere Blindstromdrosselspulen für die in belastungsschwachen Zeiten nicht abgeschalteten Kondensatoren erforderlich. Durch die voreilende Belastung ergeben sich weiter auch Schwierigkeiten hinsichtlich der Spannungshaltung im Netz.

Aus den vorgenannten Gründen muß beim Einbau von Kondensatoren daher unbedingt auf die Abschaltbarkeit und auf die erforderliche Bedienungsmöglichkeit geachtet werden, damit die Kondensatoren nach einem Fahrplan entsprechend dem zeitlichen Auftreten der Blindleistung ein- und ausgeschaltet werden können. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte und an Hand von Belastungskurven wird nun untersucht, wo die Konden-

Digitized by Google

satoren im Netz am zweckmäßigsten eingebaut werden und welche Größe sie bei bestimmten Belastungsverhältnissen haben müssen.

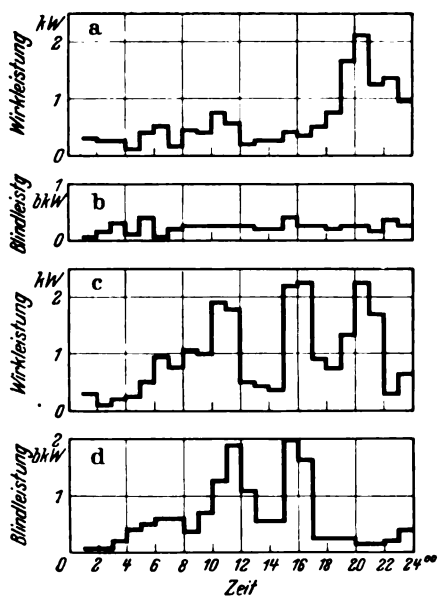
a) Niederspannungsnetz.

Dem Blindleistungsverbraucher am nächsten würde der Einbau am Mast zur Entlastung hochbelasteter Leitungsteile in Frage kommen. Abb. 2 zeigt z. B. eine solche Anordnung, wo zur Kompensation einer Straßenbeleuchtung mit Natriumdampflampen Niederspannungskondensatoren für 380 V unmittelbar am Mast eingebaut sind. Die Kondensatoren werden hier mit den Lampen, die einen hohen Blindverbrauch haben, zusammen ein- und ausgeschaltet, daher ist diese Anordnung der Kondensatoren hier am Platze. In den meisten Fällen wird jedoch bei Kondensatoren am Leitungsmast eine Bedienung für Zu- und Abschaltung nicht zur Verfügung stehen, während eine selbsttätige Schaltung im Verhältnis zur Leistung der Kondensatoren und dem erreichten Gewinn zu teuer wird, so daß der Einbau von Kondensatoren im Niederspannungsverteilungsnetz nur in Sonderfällen Vorteile bringt.

Abb. 2. Niederspannungskondensatoren am Mast.

b) Ortsnetz-Transformatorenstationen.

Die Transformatoren in ländlichen Ortsnetzstationen sind, wie eine Belastungskurve (Abb. 3) zeigt, nur stundenweise zur Hauptbelastungszeit nennenswert mit Blindleistung belastet. Wenn die Kondensatoren für die Kompensation dieser nur kurzzeitig auftretenden Blindleistung bemessen werden, ergibt sich eine schlechte Benutzungsdauer; außerdem tritt während der übrigen Zeit eine Überkompensation auf, wodurch zusätzliche Verluste im Transformator und auf den Zuleitungen, sowie hohe Spannung gerade zur Zeit der Schwachlast entstehen. Die hier eigentlich erforderliche, in Abhängigkeit von der Blindleistung arbeitende selbsttätige Zu- und Abschaltung würde die Anlage bei den kleinen in Frage kommenden Kondensatoreneinheiten so verteuern, daß kein Vorteil durch den Einbau der Kondensatoren übrigbleibt. Da auch bei Beschränkung des Kondensatoreneinsatzes auf die Tageszeit in den Ortsnetzen meist keine zuverlässige Bedienung zur Verfügung steht, ein fester Einbau jedoch grundsätzlich falsch ist, ist der Einbau von Kondensatoren in Ortsnetzstationen in der Regel nicht möglich. In kleinen Städten mit mehr Industriebelastung können unter Umständen günstigere Verhältnisse vorliegen.



a, b Sonntag; c, d Freitag

Abb. 3. Belastungskurve eines Ortsnetzes (April).

c) Einbau in Mittelspannungs-Schaltstationen.

Die Verbesserung der Hochspannungskondensatoren hinsichtlich ihrer Betriebssicherheit gibt die Möglichkeit, die Kondensatoren in Schwerpunkten des Mittelspannungs-Verteilungsnetzes anzuschließen. Besonders geeignet für den Einbau sind Mittelspannungs-Schaltstationen, da dort eine gleichmäßige Blindleistungsbelastung von nicht zu geringer Höhe auftritt, die den Einbau von größeren Kondensatoreinheiten möglich macht. Bei zu kleinen Kondensatoren fallen sonst die Kosten für die Schalteinrichtung, die fast unabhängig von der Kondensatorgröße sind, zu sehr ins Gewicht. In besetzten Schaltstationen kann man auch die Kondensatoren nach einem Fahrplan von Hand schalten.

Die von der Schaltstation abgehenden Verteilungsleitungen werden vom nächsten Umspannwerk über eine Leitung gespeist, deren Belastung meist so hoch ist, daß eine Entlastung durch Kompensation der Blindleistung

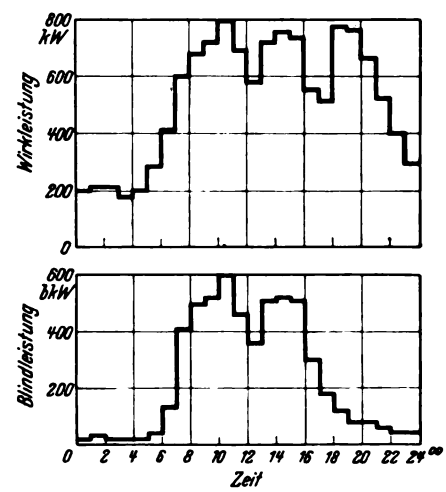


Abb. 4. Belastung einer Mittelspannungs-Speiseleitung. (Februar, Freitag.)

betrieblich Vorteile bringt. In Abb. 4 ist z. B. die Wirk- und Blindbelastung einer solchen Speiseleitung dargestellt. Diese Belastungskurve wurde durch stündliche Ablesung von Wirk- und Blindzählern gewonnen, so daß die Werte die mittlere Belastung für eine Stunde darstellen; sie gibt die Belastung eines 15 kV-Netzes mit hauptsächlich landwirtschaftlichen Abnehmern und kleinen Landstädten wieder. Übereinstimmend mit der Belastungskurve des Gesamtnetzes Abb. 1 tritt die Blindleistung hauptsächlich in den Tagesstunden auf, während zur Zeit der Lichtbelastung und in den Nachtstunden die Blindleistung sehr gering ist. Für die Kompensation der mittleren Tagesblindlast, im vorliegenden Fall für etwa 500 BkW, muß der Kondensator bemessen und eingeschaltet werden. Würde der Kondensator nachts und Sonntags im Betrieb sein, so würden durch die Überkompensation höhere Verluste entstehen, die den Verlustgewinn am Tage teilweise wieder aufheben.

Wie groß muß nun der Kondensator gewählt werden, damit die Kapitalkosten und die Eigenverluste des Kondensators durch die Verlustersparnis gedeckt werden und darüber hinaus eine größtmögliche Entlastung der Erzeugungs- und Übertragungsanlagen erreicht wird? Da diese Frage nicht ohne weiteres zu entscheiden ist, soll untersucht werden, wie sich die richtige Größe des Kondensators ermitteln läßt und welchen Gewinn man an Übertragungsleistung und Spannungsverlust erreicht. Bei der Feststellung der Kondensatorgröße wird von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Kondensatorkosten durch den Verlustgewinn gerade gedeckt werden. Es muß

Digitized by Google

daher festgestellt werden, welche Größe der Kondensator bei einer bestimmten Netzblindleistung haben darf, damit vorstehende Bedingung erfüllt ist.

Zunächst wird die Verlustersparnis ermittelt. Die Leistungsverluste sind gleich der Summe der Verluste, die durch den Wirk- und Blindstrom hervorgerufen werden.

$$N_v = 3\,R\left(I_w^2 + I_{bl}^2\right)10^{-3}\text{ in kW.}$$

Durch Einbau eines Kondensators wird nur der Verlustteil, der durch Übertragung des Blindstromes entsteht, verringert. Die Verluste bei Einbau eines Kondensators sind dann

$$N_v = 3\,R\left[I_w^2 + (I_{bl} - I_{Ko})^2\right]10^{-3}\text{ in kW.}$$

Es ergibt sich bei Einsetzen der Leistung an Stelle der Ströme eine Verlustersparnis

$$N_v = \frac{R\,N_{Ko}}{U^2}\,(2\,N_{bl} - N_{Ko})\,10^{-3}\text{ in kW} \qquad (1)$$

R Widerstand der Leitung/Phase in Ω,
N_{Ko} Kondensatorleistung in BkW,
U verkettete Spannung in kV,
N_{bl} übertragene Blindleistung in BkW.

Die Kondensatorkosten betragen:

$$p = \frac{K}{10} + \frac{0{,}3}{100}\,N_{Ko}\,h\,s\text{ in RM} \qquad (2)$$

K Preis für Kondensator mit Schalteinrichtung in RM,
h jährliche Betriebsstunden des Kondensators,
s Kosten für 1 kWh in RM.

Setzt man die Netzblindleistung als Vielfaches der Kondensatorleistung ein: $N_{bl} = n_0\,N_{Ko}$, so ergibt sich bei Gleichheit der Kondensatorkosten und der Verlustersparnis:

$$n_0 = \frac{U^2}{2\,R\,N_{Ko}}\left[\frac{100\,K}{h\,s\,N_{Ko}} + 3\right] + 0{,}5. \qquad (3)$$

Die Werte für n_0 sind für 100 und 200 BkW-Kondensatorleistung in Zahlentafel 1 für die gebräuchlichen Mittelspannungen von 10, 15 und 20 kV und 2000, 3000, 4000 Betriebsstunden ausgerechnet. Sie geben das Verhältnis der Netzblindleistung zur Kondensatorblindleistung an, bei dem gerade Gleichheit der Kosten vorhanden ist, bei kleineren Werten überwiegen die Kondensatorkosten die Verlustersparnis, bei größeren ist nach Deckung der Kondensatorkosten noch ein Verlustgewinn vorhanden. Für die Verlustersparnis ist der Widerstand der vom Blindstrom zu entlastenden Anlageteile maßgebend. Die eingesetzten Werte von 5 bis 25 Ω entsprechen bei einer durchschnittlichen Entfernung der Schaltstation vom Umspannwerk von 20 bis 30 km Leitungsquerschnitten von 25 bis 70 mm² Kupfer. In den Kosten K sind außer dem Kondensatorpreis (16 RM/kVA) auch die Kosten für die Schalteinrichtung, die später näher beschrieben wird, mit 1000 RM enthalten. Die kWh-Kosten s sind mit 0,02 RM eingesetzt.

Zahlentafel 1.

N_{Ko}	R	$n_0 = N_{bl}/NKo$								
		h	2000 Stunden			3000 Stunden			4000 Stunden	
BkW	Ω	U	10 kV	15 kV	20 kV	10 kV	15 kV	20 kV	10 kV	15 kV	20 kV
100	5		7,3	15,8	27,7	5,13	10,92	19,03	4,05	8,49	14,7
	10		3,9	8,15	14,1	2,82	5,71	9,77	2,28	4,49	7,6
	15		2,77	5,6	9,56	2,04	3,97	6,68	1,68	3,16	5,23
	20		2,3	4,33	7,3	1,66	3,11	5,14	1,39	2,49	4,05
	25		1,86	3,56	5,94	1,43	2,58	4,21	1,21	2,09	3,34
200	5		3,28	6,74	11,6	2,4	4,78	8,1	1,96	3,79	6,35
	10		1,89	3,62	6,3	1,45	2,64	4,3	1,23	2,15	3,43
	15		1,43	2,58	4,37	1,13	1,93	3,03	0,99	1,60	2,45
	20		1,19	2,06	3,4	0,98	1,57	2,4	0,87	1,32	1,96
	25		1,06	1,75	2,82	0,88	1,36	2,02	0,79	1,16	1,67

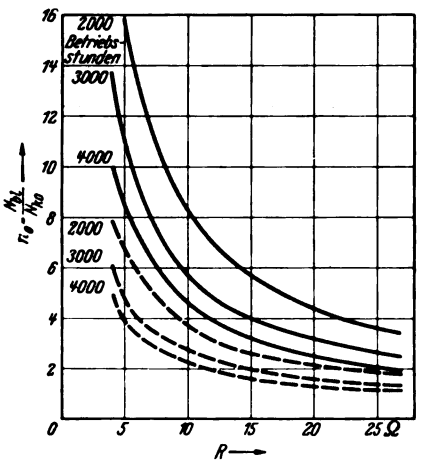


Abb. 5. $n_0 = f(R)$ für $U = 15$ kV.

Für 15 kV sind die Werte von n_0 kurvenmäßig als $f(R)$ dargestellt, Abb. 5. Aus den Kurven ist zu entnehmen, daß die Werte von n_0 bei kleinem Widerstand sehr stark ansteigen. Die Netzblindlast muß daher im Verhältnis zur Kondensatorleistung sehr groß sein. Bei großen Werten von R strebt n_0 asymptotisch einem Grenzwert zu. *(Schluß folgt.)*

---

621. 311. 1. 003 (43) **Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland**[1]). — Die Erzeugung der statistisch erfaßten 122 Elektrizitätswerke betrug im ersten Halbjahr 1937 (Abb. 1) 12 145,9 Mill kWh und übertraf damit das Ergebnis der Parallelzeit des Vorjahrs (10 256,7) um 1889,2 Mill kWh (18%). Je Arbeitstag ergeben sich bei im Mittel 81,6 Mill kWh als Zunahme 13,2 bzw. 19,3%. Verbraucht wurden von den gewerblichen Abnehmern der 103 Werke (Abb. 2) 4795,4 Mill kWh, d. s. 789,9 Mill (19,7%) mehr als 1936. Die arbeitstägliche Lieferung betrug durch-

Zahlentafel 1.

Monat	von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh				Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken unmittelbar belieferten gewerblichen Abnehmer					
	insgesamt		arbeitstäglich		Gesamtverbrauch		arbeitstäglicher Verbrauch insgesamt		kWh/kW Anschlußwert	
					Mill kWh		Mill kWh			
	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936
I.	2176,0	1838,9	87,0	70,7	791,9	651,6	31,7	25,1	5,61	4,73
II.	1988,1	1717,4	82,8	68,7	780,1	644,6	32,5	25,8	5,75	4,93
III.	2055,6	1763,6	82,2	67,8	810,1	669,5	32,4	25,8	5,72	4,84
IV.	2017,6	1643,9	77,6	68,5	817,3	658,7	31,4	27,4	5,51	5,14
V.	1899,6	1633,3	82,6	68,1	774,9	675,7	33,7	28,2	5 94	5,25
VI.	2009,0	1659,6	77,3	66,4	821,1	705,4	31,6	28,2	5,51	5,21

[1]) Vgl. ETZ 57 (1936) S. 1361; 58 (1937) H. 29, S. 800.

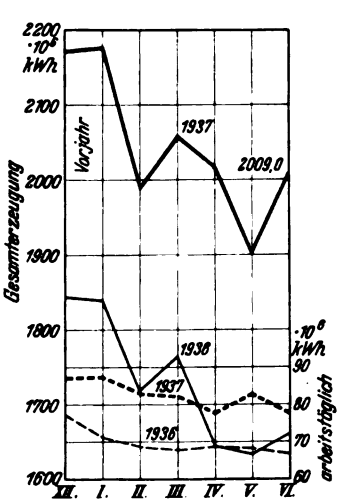


Abb. 1. Stromerzeugung von 122 Elektrizitätswerken im 1. Halbjahr 1937.

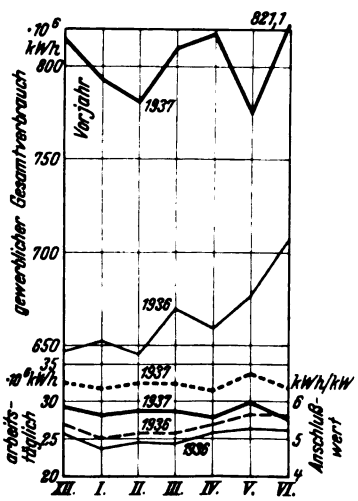


Abb. 2. Gewerblicher Stromverbrauch bei 103 Elektrizitätswerken im 1. Halbjahr 1937.

Digitized by Google

schnittlich im Monat 32,2 Mill kWh und war damit um 5,4 (20%) größer als im Vorjahr. Je 1 kW Anschlußwert haben die Bezieher 5,67 kWh verbraucht, was eine Steigerung gegen das 1. Halbjahr 1936 um rd. 13% bedeutet. Dem Jahresbeginn gegenüber ist der Anschlußwert um 2% gewachsen. *fm.*

Jubiläum. — Am 1. 10. konnte Herr Fabrikbesitzer und Betriebsführer Paul Rauschert in Schmiedeberg i. Rsgb. sein 25jähriges Geschäftsjubiläum als Vorstand im Verband der Steatit- und Porzellanfabriken Paul Rauschert AG. feiern. 1912 übernahm er den Zweigbetrieb in Steinwiesen i. Obfr. und 1924 die Gesamtleitung der Rauschertwerke, die er zu einem beachtlichen Unternehmen entwickelt hat.

Handelsregistereintragung. — Steinkohlen-Elektrizität AG., Essen (0,5 Mill RM): Wahrnehmung der Belange des westdeutschen Steinkohlenbergbaues bei seiner Einschaltung in die Energieversorgung des Landes, insbesondere durch Verwertung des auf den Zechen erzeugten elektrischen Stromes sowie durch Errichtung und Betrieb von eigenen Kraftwerken zur Erzeugung von elektrischer Energie aus Steinkohle.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN.

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Österreichischer Elektroaußenhandel 1936. — In den nachstehenden Tafeln ist der österreichische Elektroaußenhandel 1936 im Vergleich zum Vorjahr dargestellt. Die Einfuhr (Zahlentafel 1 und 2) betrug 1936 8,9 Mill RM und liegt damit 3% über dem Ergebnis von 1935, die Ausfuhr (Zahlentafel 3 und 4) betrug 17,6 Mill RM, das sind 12% mehr als 1935. Die Betrachtung der Einfuhr nach Warengruppen zeigt einen

Zahlentafel 1. Österreichs Elektroeinfuhr 1935 und 1936 nach Warengruppen.

Warengruppen	1935		1936		Anteil a. d. Ges.-El.-Einfuhr	
	dz	1000RM	dz	1000RM	1935 %	1936 %
Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren usw.	5380	2056	5139	1976	23,8	22,2
Kabel und isolierte Drähte	475	122	727	132	1,4	1,5
Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	409	563	379	527	6,5	5,9
Telegraphie und Telephonie mit Draht	220	297	207	321	3,5	3,6
drahtlose Telegraphie und Telephonie	161	289	153	414	3,3	4,7
Radioröhren	[1]) 202	209	[1]) 258	178	2,4	2,0
Läute- u. Signalapparate	207	134	310	185	1,6	2,1
Glühlampen	[2])3668	434	[2])3942	474	5,0	5,3
Koch- und Heizgeräte	302	119	311	154	1,4	1,7
Elektromedizin, Röntgenapparate und -röhren	177	254	224	355	3,0	4,0
Kohle für die Elektrotechnik	9307	740	11 198	773	8,6	8,7
Formteile, nicht ausgerüstet	3478	506	2088	365	5,9	4,2
sonstige Waren	.	2900	.	3017	33,6	34,1
insgesamt		8623		8871	100	100

[1]) 100 Stück.
[2]) 1000 Stück.

Zahlentafel 2. Österreichs Elektroeinfuhr 1934 bis 1936 aus Ländern.

Herkunftsländer[1])	1934	1935	1936	Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1934 %	1935 %	1936 %
Deutschland	4728	5823	6398	64,0	67,5	72,1
Schweiz	550	642	542	7,4	7,5	6,1
Ungarn	409	438	442	5,5	5,1	5,0
Niederlande	468	388	355	6,3	4,5	4,0
Tschechoslowakei	306	259	263	4,1	3,0	3,0
V. S. Amerika	246	252	258	3,3	2,9	2,9
Schweden	161	390	155	2,2	4,5	1,8
Großbritannien	130	123	138	1,8	1,4	1,6
übrige Länder	392	308	320	5,4	3,6	3,5
insgesamt	7390	8623	8871	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1936.

Zahlentafel 3. Österreichs Elektroausfuhr 1935 und 1936 nach Warengruppen.

Warengruppen	1935		1936		Anteil a. d. Ges.-El.-Ausfuhr	
	dz	1000RM	dz	1000RM	1935 %	1936 %
Dynamomaschinen, Elektromotoren, Transformatoren usw.	14 433	2 954	18 050	3 626	18,8	20,6
Kabel und isolierte Drähte	4 794	443	9 855	1 157	2,8	6,6
Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen	670	704	617	780	4,5	4,4
Telegraphie und Telephonie mit Draht	534	585	468	833	3,8	4,7
drahtlose Telegraphie und Telephonie	4 155	4 331	4 904	4 989	27,6	28,3
Radioröhren	[1])5609	975	[1])5185	991	6,2	5,7
Glühlampen	[2])5533	2 472	[2])5596	2 318	15,7	13,2
Koch- u. Heizgeräte	329	293	288	227	1,9	1,3
Elektromedizin, Röntgenapparate und -röhren	169	276	133	211	1,7	1,2
sonstige Waren	.	2 673	.	2 471	17,0	14,0
insgesamt		15 706		17 603	100	100

[1]) 100 Stück.
[2]) 1000 Stück.

Zahlentafel 4. Österreichs Elektroausfuhr 1934 bis 1936 nach Ländern.

Absatzländer[1])	1934	1935	1936	Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1934 %	1935 %	1936 %
Rumänien	1 877	1 870	3 294	11,8	11,9	18,7
Deutschland	2 044	1 790	1 828	12,9	11,4	10,4
Frankreich	1 129	1 319	1 403	7,1	8,4	8,0
Polen-Danzig	744	1 244	1 352	4,7	7,9	7,7
Jugoslawien	1 333	1 352	1 347	8,4	8,6	7,6
Tschechoslowakei	1 188	906	1 198	7,5	5,8	6,8
Italien	468	592	660	2,9	3,8	3,8
Niederlande	918	759	634	5,8	4,9	3,6
Großbritannien	505	604	597	3,2	3,9	3,4
Schweiz	895	778	517	5,6	4,9	2,9
Ungarn	469	459	439	2,9	2,9	2,5
Bulgarien	334	564	402	2,1	3,6	2,3
Belgien-Luxemburg	379	371	378	2,4	2,4	2,2
Schweden	147	196	373	0,9	1,3	2,1
Griechenland	212	318	319	1,3	2,0	1,8
U. d. SSR.	549	8	249	3,5	0,0	1,4
Norwegen	270	225	216	1,7	1,4	1,2
Türkei	119	346	205	0,8	2,2	1,2
Finnland	45	48	124	0,3	0,3	0,7
Litauen	31	73	116	0,2	0,5	0,7
sonst. europ. Länder	516	313	221	3,1	2,0	1,2
zusammen Europa	14 172	14 135	15 872	89,1	90,1	90,2
Südafrikan. Union	545	419	494	3,4	2,7	2,8
Argentinien	279	131	310	1,8	0,8	1,8
Brit.-Indien	158	121	165	1,0	0,8	0,9
Palästina	190	190	112	1,2	1,2	0,6
Ägypten	184	145	105	1,2	0,9	0,6
sonst. überseeische Länder	372	565	545	2,3	3,5	3,1
zusammen Übersee	1 728	1 571	1 731	10,9	9,9	9,8
insgesamt	15 900	15 706	17 603	100	100	100

[1]) Innerhalb von Europa und Übersee nach der Größe der Ausfuhr 1936 geordnet.

Rückgang in den Gruppen Maschinen, Meß- und Zählvorrichtungen, Formteile, denen Einfuhrzunahmen in den anderen Gruppen gegenüberstehen. Unter den Einfuhrländern steht Deutschland mit steigendem Anteil (1934 64%, 1935 68%, 1936 72%) an erster Stelle, gefolgt von der Schweiz, Ungarn und den Niederlanden, die 1934 19,2%, 1936 15,1% der österreichischen Elektroeinfuhr lieferten. Zu der Steigerung der österreichischen Ausfuhr hat vor allem die günstige Entwicklung bei Maschinen (+23%), Kabel und Draht (+106%), Telegraphie und Telephonie mit Draht (+42%) und drahtloser Telegraphie und Telephonie (+15%), Meß- und Zählvorrichtungen (+11%) beigetragen, während in den anderen Gruppen das Ausfuhrergebnis des Vorjahres nicht erreicht wurde. Die österreichische Ausfuhr wird zu 90% in Europa abgesetzt. Größte Abnehmer sind Rumänien, Deutschland, Frankreich, Polen, Jugoslawien und die Tschechoslowakei, die 1936 zusammen 59% der österreichischen Ausfuhr aufgenommen haben.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

Rede des Vorsitzenden des VDE, Reichspostminister Dr.-Ing. E. h. W. Ohnesorge, auf der Mitgliederversammlung des VDE 1937.

Werte Gäste, Volksgenossen und Volksgenossinnen!

Sie alle, die sich zu unserer 39. Mitgliederversammlung versammelt haben, begrüße ich im Namen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im Nationalsozialistischen Bund Deutscher Technik auf das herzlichste. Insbesondere gilt mein Gruß den zahlreichen Gästen, Ihnen verehrter Herr Oberbürgermeister, der Sie uns so freundlich hier in Königsberg aufgenommen haben, den Vertretern der Reichs- und Länderbehörden, der Wehrmacht, den Vertretern des Beauftragten für Technik und deren Organisationen, den Vertretungen der Partei und ihrer Gliederungen, den Vertretungen von Industrie, Handwerk und Wirtschaft, den Hoch- und Fachschulen, den befreundeten Verbänden und den ausländischen Vereinen. Meine lieben Elektrotechniker! Mit Wehmut gedenken wir all derer, die uns im vergangenen Jahre durch den Tod genommen wurden. Über 50 Mitglieder hat das unerbittliche Schicksal uns entrissen. Wir gedenken in Dankbarkeit ihrer und der von ihnen für den Verband geleisteten Arbeit.

In Herrn Prokurist König verliert der Verband einen der Gründer des damaligen Elektrotechnischen Vereins am Niederrhein. Seine Eigenschaften als Ingenieur und Mensch sichern ihm ein bleibendes Andenken.

Herr Direktor Sieg war langjähriger Leiter der Akkumulatorenwerke der Gottfried Hagen Aktiengesellschaft. Nach seiner Übersiedlung nach Köln beteiligte er sich an der Gründung der Kölner Elektrotechnischen Gesellschaft, die er jahrelang, zuletzt als Ehrenvorsitzender, leitete. Der Heimgegangene wird seinem großen Freundeskreis unvergeßlich sein.

Mit Herrn Oberingenieur Ullmann hat der Verband einen eifrigen Mitarbeiter in den VDE-Ausschüssen verloren. Seinen vielseitigen Erfahrungen verdankt der VDE viele Anregungen. Ein ehrenvolles Gedenken im Kreise seiner Fachgenossen ist ihm gewiß.

Herr Dr.-Ing. Voigt ist einer der letzten aus der Gründer- und Erfinderzeit der Elektroindustrie. Eine große Zahl von ersten Konstruktionen entstammen seiner Hand und sind für spätere Bauarten richtunggebend geblieben. Dr. Voigt nahm an der Entwicklung und der Wirksamkeit des VDE, dessen Vorstand und Ausschuß er viele Jahre angehörte, regsten Anteil und hat vielfach die Ausschußarbeiten des VDE maßgebend beeinflußt. Angehörige, Freunde und viele Fachgenossen trauern um den liebenswürdigen und so erfolgreichen Menschen und Mitarbeiter.

Sie haben sich zu Ehren der Verstorbenen von Ihren Sitzen erhoben. Ich danke Ihnen.

Meine Volksgenossen[1]), ich habe als alter Mann des Führers die Rechtfertigung unseres Verbandes vor der Öffentlichkeit mit dem immer wieder erneuten Bekenntnis zum Führer und zum Nationalsozialismus zu beginnen. Die härteste, aber gesündeste und für den sein Vaterland wahrhaft Liebenden beglückendste Erkenntnis war die vom großen Führer in das politische Chaos geschleuderte These, daß des Einzelnen Stand nichts ist ohne die anderen, daß vor allem für ein Land in der Lage Deutschlands die Gemeinschaft aller die Grundlage der Wiedererhebung und Weiterexistenz ist. Kein Stand, meine Freunde, hat die Wahrheit dieser Erkenntnis mehr an sich verspüren müssen, als der Ingenieur und Techniker. Nichts hätte ihn retten können, zum schon prophezeiten Untergang wären Technik und ihre Vertreter verdammt gewesen, wenn nicht dem Führer die schwerste aller Umwertungen in der Menschheitsgeschichte gelungen wäre, die Umwertung der Masse zum Volk. Die Umwertung des sturen Durchschnitts ohne Aufgaben- und Verpflichtungsgefühl zum Riesengebilde voller Sehnsucht nach tieferem Erleben, nach kulturellem Dasein und nationaler Einheit. Diese Umwertung erst erlöste auch die Technik aus der Winterstarre, gab den technisch befähigten jungen Deutschen ihr Arbeitsfeld zurück und verlieh durch das Riesenmaß der für die Kultur des Volkes gestellten Aufgaben der Technik die Chance starken, äußeren Hervortretens. Wir sind uns aufs tiefste bewußt, daß wir diese Chance nicht eigenem Verdienst zu verdanken haben, und daß uns hieraus kein besonderer Anspruch oder besonderes Hervorheben gegenüber dem Volksganzen erwachsen kann. Was ist dabei, wenn wir noch zur Zeit der Machtübernahme auf dem Leuchtboden der Braunschen Röhre mit größter Mühe nur die gesendeten Fernsehbilder absehen konnten, während auf der diesjährigen Funkausstellung die Bilder der mit uns über die Leitung Sprechenden lebensgroß und bis aufs kleinste lebenswahr gegenüberstehen und die vom Fernsehempfänger aufgenommenen Szenen an Güte den Kinobildern nur noch unwesentlich nachstehen? Zwei Millionen Schwingungen gehen in der Sekunde über die Leitung auf beliebige Entfernung bei absolutem Synchronismus! Was ist dabei? Es wurde der Auftrag des Führers erfüllt; wir wären unglücklich gewesen, ihn nicht lösen zu können.

So erscheint mir als Losung für die Arbeit des Ingenieurs und Technikers unserer Zeit die alte Devise des Preußischen Großen Generalstabes die gegebene, die da lautete: Mehr sein als scheinen!

Unter diesem Leitwort bitte ich Sie, meine lieben Volksgenossen, nun das entgegenzunehmen, was ich im einzelnen über unsere Arbeit im Jahre 1936/37 zu sagen habe:

In der großen Kundgebung der deutschen Technik am 23. April 1937 wurde die von allen Technikern gewünschte Neugestaltung der gesamten deutschen Technik verkündet. Durch organisatorische Maßnahmen wurde die sachliche und personelle Übereinstimmung zwischen dem Hauptamt für Technik der NSDAP., dem Amt für technische Wissenschaften der DAF. und dem NSDBT. erreicht. Der VDE ist damit zu einem dem NSBDT. angeschlossenen Verband geworden. Ihm wurde die Führung der Fachgruppe „Elektrotechnik, Gas und Wasser" übertragen. Damit sind die Richtlinien für die weiteren Arbeiten des Verbandes festgelegt.

Ich möchte dabei nur kurz berichten. Ein ausführlicher Bericht wird in der ETZ erscheinen:

Die Arbeiten des VDE sind einerseits durch seine Eigenschaft als technisch-wissenschaftlicher Verband des NSBDT. und anderseits durch seine Aufgaben als Vorschriften- und Normenstelle sowie als Vertretung der deutschen Elektrotechnik dem Ausland gegenüber gekennzeichnet.

Auf technisch-wissenschaftlichem Gebiet bestehen seine Aufgaben im wesentlichen in der Betreuung des Vortragswesens und dadurch der wissenschaftlichen Unterrichtung seiner Mitglieder, in der Weiterbildung und Ausrichtung des technischen Nachwuchses, in der Förderung des Schrifttums der einzelnen Fachgebiete sowie in der Förderung und Unterstützung von Forschungsarbeiten. Auf allen diesen Gebieten ist im Berichtsjahr tatkräftig gearbeitet worden. Die „Wissenschaftliche Abteilung" gab für alle diese Ziele richtungweisende Anregungen. Da die Durchführung des Vortragswesens im wesentlichen Aufgabe der 33 Bezirke des VDE ist, mußten wir uns darauf beschränken, diese in der Auswahl der Themen und in der Beschaffung geeigneter Vorträge zu unterstützen. Eine Neuerung im Tagungs- und Vortragswesen war die Ferntagung vom 23. Februar 1937, die uns das Reichspostministerium durch seinen Leitungspark und die Arbeit seiner Ingenieure ermöglichte.

Dem Jungingenieurwesen wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet; die Hauptarbeit hierbei wurde naturgemäß in Berlin, als dem Mittelpunkt der elektrotechnischen Industrie, geleistet. Jedoch auch in zahlreichen anderen Bezirken hat die Arbeit an den Jungingenieuren zu erfreulichen Ergebnissen geführt, wobei insbesondere die Arbeitsgemeinschaften der Bezirke Niedersachsen-Hannover und Niederschlesien-Breslau

[1]) Der folgende Text aus der Rede wurde in dem Bericht über die 39. Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Königsberg, ETZ 58 (1937) H. 35, S. 948, aus dem offiziellen Stenogramm unverändert übernommen. Es hat sich herausgestellt, daß das Stenogramm Unrichtigkeiten und Verstümmelungen aufweist, die durch den vorliegenden Text gleichzeitig berichtigt werden.

Digitized by Google

Erfolge aufzuweisen hatten. Drei Gesichtspunkte waren für die Jungingenieurarbeit maßgebend:

1. Der Jungingenieur soll die großen durch die Staatspolitik des Dritten Reiches bedingten Aufgaben der deutschen Technik kennen und sich für sie einsetzen lernen.
2. Dem Jungingenieur soll höchstes berufliches Wissen und Können vermittelt werden.
3. Die Jungingenieure sollen durch gegenseitige persönliche Fühlungnahme im kameradschaftlichen Geist erzogen werden.

(Die daran anschließenden geschäftlichen Ausführungen sind bereits in dem schon erwähnten Bericht und dem Tätigkeitsbericht des VDE in Heft 31 der ETZ behandelt worden.)

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan.

Der VDE hat einen „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan" (siehe auch S. 1105 dieses Heftes) aufgestellt, in dem alle Behörden, Parteistellen, Organisationen und Verbände vertreten sind, die am Vierjahresplan im Zusammenhang mit der Elektrotechnik interessiert sind. Das Aufgabengebiet des Ausschusses erstreckt sich auch darauf, Vorschläge und Anregungen auf dem Gebiet der Elektrotechnik im Rahmen des Vierjahresplanes zu bearbeiten. Alle derartige Vorschläge, welche bisher noch nicht anderen Stellen zugeleitet wurden, sollten daher zweckmäßigerweise dem „Ausschuß im VDE für den Vierjahresplan" eingereicht werden. Da alle Stellen, die auf dem Gebiet der Elektrotechnik am Vierjahresplan mitarbeiten, in dem Ausschuß vertreten sind, ist eine zweckdienliche Bearbeitung von Vorschlägen und gegebenenfalls eine unmittelbare Weitergabe an die zuständigen Stellen sowie eine Verbreitung guter Anregungen sichergestellt.

Tagung der IFK in Oslo.

Die diesjährige 18. Volltagung der IFK (Installationsfragen-Kommission), zu der bis auf Österreich, Ungarn und Polen alle an den IFK-Arbeiten beteiligten 13 Länder Vertreter entsandt hatten, wurde vom 7. bis 9. Juni 1937 in Oslo abgehalten. Ferner traten dort die Vertreter der Prüfstellen zu ihrer üblicherweise mit der Volltagung verbundenen, diesmal der 13. Sitzung zusammen, und vom 10. bis 12. Juni tagten noch die Unterkommission für Verlegungs- und Verbindungsmaterial sowie die Unterkommission für Geräte für Niederspannung, aber mit nachgeschalteten Stromkreisen höherer Spannung, kurz Mittelspannungsgeräte (Mispa) genannt.

Deutschland war außer durch seine ständigen Delegierten wiederum durch verschiedene vom Deutschen Ausschuß der IFK benannte Sachverständige für einzelne Sondergebiete vertreten.

Von den zur Beratung stehenden IFK-Arbeiten wurden endgültig verabschiedet

1. die Anforderungen an Geräteschalter, die als Anhang zu den schon bestehenden IFK-Anforderungen an Dosenschalter gefaßt sind;
2. als Ergänzung zu den schon bestehenden Anforderungen an gummiisolierte Leitungen die Anforderungen an Rohrdrähte, Bleimantelleitungen, Sondergummischlauchleitungen, besonders leichte Gummischlauchleitungen;
3. die Anforderungen an Weichgummistecker, die als Ergänzung der schon bestehenden IFK-Anforderungen an Steckvorrichtungen abgefaßt sind.

Diese Arbeiten sind dem Redaktionsausschuß zur endgültigen Fassung und zur Besorgung der Drucklegung überwiesen worden.

Ferner ist die Normung einer Kleingerätesteckvorrichtung für 6 A 250 V, die in erster Linie für den Anschluß von Kleinstgeräten, und zwar mit kalter Anschlußstelle, bestimmt sein soll, soweit zum Abschluß gebracht worden, daß lediglich noch die Frage zu klären ist, ob die Ausführung mit oder ohne Schutzkontakt für diese Gerätesteckvorrichtung festgelegt werden soll. Die IFK neigt dazu, nur eine einzige Ausführung zu normen, da auch die schon bestehende IFK-Norm für die 10 A-Gerätesteckvorrichtung lediglich eine Ausführung, und zwar diejenige mit Schutzkontakt kennt. Über die grundsätzliche Frage, ob der Schutzkontakt für die Kleingerätesteckvorrichtung entbehrlich ist oder nicht, ist noch eine Erörterung in allen IFK-Ländern für notwendig erachtet worden. Im übrigen sollen auch noch Prüfungen vorgenommen werden, um die Durchführbarkeit der Gesamtheit aller vorgesehenen Anforderungen festzustellen, an Prüflingen, die der Fabrikationsausführung entsprechen.

Ein Normungsvorschlag für sogenannte Industrie-Steckvorrichtungen (gekapselte Steckvorrichtungen), der gemeinsam von den Vertretern der Schweiz und Deutschlands ausgearbeitet worden war, wurde grundsätzlich angenommen. Wie in der IFK üblich, sollen jedoch noch praktische Prüfungen an Mustern durchgeführt werden, um die endgültige Form der Prüfbestimmungen festzulegen.

Mit einem Prüfverfahren zur Bestimmung der Kriechstromfestigkeit waren auf Grund der in der Budapester IFK-Tagung gefaßten Beschlüsse in den meisten IFK-Ländern weitere Untersuchungen durchgeführt worden, die zwar eine Klärung verschiedener prüftechnischer Einzelfragen erbrachten, deren Ergebnisse aber doch noch nicht für eine endgültige Festlegung ausreichten. Weitere Untersuchungen vergleichender Art mit dem unter Zugrundelegung der bisherigen Ergebnisse noch gewandelten und im einzelnen näher festgelegten Prüfverfahren wurden beschlossen.

An besonders bemerkenswerten Änderungen und Ergänzungen von schon abgeschlossenen und in Anwendung befindlichen IFK-Anforderungen sind zu erwähnen:

die Änderung des Normblattes für runde Unterputzdosen und seine Ergänzung auf die zugehörigen Einsätze (Dosenschalter 6 A und Steckvorrichtungen 10 A) sowie

der Ersatz der fortgefallenen Prüfung der Erwärmung von Sicherungs-Schmelzeinsätzen durch Begrenzung der Leistungsaufnahme der Schmelzeinsätze.

Aus den Beschlüssen der Prüfstellenvertreter-Besprechung ist als besonders bemerkenswert hervorzuheben, daß

die Fallhöhe des IFK-Fallhammer-Prüfgerätes auf 15 cm bei versenkter Stirnfläche der Abdeckung von Aufputzapparaten ermäßigt, somit also das gleiche Zugeständnis gemacht werden soll, wie es für Unterputzapparate in der letzten Volltagung schon beschlossen worden ist, wobei allerdings für die Tiefe der Versenkung die Bedingung gestellt ist, daß sie mindestens ¼ der Kragenöffnung betragen muß.

Des weiteren sei noch darauf verwiesen, daß in Aussicht genommen wurde, die Bedingungen zu untersuchen, unter denen andere Werkstoffe als Kupfer und dessen Legierungen für stromführende Teile zugelassen werden können.

Die Unterkommission Mispa, die im November 1936 ihre 1. Sitzung in Berlin abgehalten hatte, befaßte sich in ihrer 2. Sitzung in Oslo insbesondere mit den grundsätzlichen Anforderungen, die sicherheitstechnisch an Beleuchtungsgeräte mit Gasentladungslampen im Hinblick auf die in ihnen vorkommenden nachgeschalteten Stromkreise mit höheren Spannungen gestellt werden müssen.

Die Unterkommission Verlegungs- und Verbindungsmaterial setzte die Beratungen eines Entwurfes zu „Anforderungen an Verbindungsmaterial für Leitungen" fort, wobei die an Verbindungsdosen zu stellenden Anforderungen im Vordergrund standen.

Die Unterkommissionen für die neu in Angriff zu nehmenden Arbeitsgebiete, die in dem Bericht über die Volltagung in Budapest[1]) schon aufgezählt worden waren, sind in Oslo endgültig gebildet worden. Die Zusammensetzung dieser Unterkommission ist derart, daß ihnen je 1 Vertreter der 5 Ländergruppen Belgien/Frankreich — Finnland/Dänemark/Norwegen/Schweden — Holland/Schweiz — Polen/Tschechoslowakei — Deutschland/Österreich/Ungarn angehören. Der Vorsitz und die Federführung ist

[1]) ETZ 57 (1936) S. 1069.

Digitized by Google

in der Uko	Stehlampen und Beleuchtungskörper	Norwegen
„ „ „	Rundfunk-Entstörungsgeräte	Dänemark
„ „ „	Kleintransformatoren . . .	Schweiz
„ „ „	Steckvorrichtungen für Kleinspannung	Tschechoslowakei
„ „ „	Haushaltgeräte mit motorischem Antrieb	Holland
„ „ „	Schutzschalter gegen unzulässig hohe Berührungsspannung	Deutschland

übertragen worden. Jede dieser Unterkommissionen wird an einem nachstehend genannten Termine ihre erste Sitzung abhalten.

Die nächste IFK-Vollsitzung soll im Juni 1938 in Arnhem (Holland) abgehalten werden. Vor dieser Volltagung sind 2 Tagungen der Unterkommissionen in Aussicht genommen, und zwar die eine im Oktober 1937 in Paris, die andere im Januar 1938 in Berlin. Der Redaktionsausschuß ist im September 1937 in der Tschechoslowakei zusammengetreten.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung in Frankfurt/Oder

am Montag, dem 18. Oktober 1937, 19^{45}, im Nürnberger Hof, Frankfurt/Oder, Fürstenwalder Straße 60.

Tagesordnung:

1. Ansprachen eines Beauftragten des Kreisamtes für Technik Frankfurt/Oder und des Leiters des Bezirkes Berlin-Brandenburg des VDE.
2. Vortrag des Herrn Oberingenieur Dipl.-Ing. H. Calliess VDE, Berlin, über das Thema:

„Einiges aus neuzeitlichem Hochspannungs-Leitungsbau".

Eintritt frei!

„Partielle Differentialgleichungen in der Elektrotechnik."

Der VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg veranstaltet in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule, beginnend am 15. 11., eine Vortragsreihe über „Partielle Differentialgleichungen in der Elektrotechnik". Zunächst wird an 5 Abenden eine mathematische Einleitung gegeben werden. Sodann folgen an etwa weiteren 10 Abenden Vorträge über die Anwendung partieller Differentialgleichungen aus allen Gebieten der Elektrotechnik. Einzelheiten werden in Kürze bekanntgegeben.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.
18. 10. 1937 „Neuzeitliche Photozellen und ihre physikalischen Eigenschaften" (Experimentalvortrag), Vortragender: Dipl.-Ing. Kramm.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.
19. 10. 1937 „Klemmvorrichtungen für den Anschluß von Aluminiumleitungen", Vortragender: Ingenieur R. Naujoks VDE.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.
20. 10. 1937 „Neue permanente Magnete und ihre Anwendung im Meßinstrumentenbau", Vortragender: Dr.-Ing. H. Boekels VDE

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
22. 10. 1937 „Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes".
1. Abend: „Aufteilung der Leistung, Festlegung der Maschinen- und Kesselgrößen, Dampfschaltbild und Lageplan des Kraftwerkes", Vortragender: Oberingenieur Schröder.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover. 19. 10. (Di.), 20^{15}, T. H.: „Die Bedeutung des Elektroofens für den technischen Fortschritt und die Neuordnung der nationalen Wirtschaft". Dr.-Ing. Graenzer.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Wilhelmshaven. 14. 10. (Do.), 20^{30}, Parkhaus: „Die Elektroschweißung im neuzeitlichen Maschinen-, Hoch-, Schiffs- und Brückenbau". Obering. Bauer VDE.

VDE, Bezirk Nordhessen, Kassel. 22. 10. (Fr.), 20^{15}, Landesmuseum: „Erfahrungen mit der vorbeugenden Prüfung von Hochspannungsnetzen durch Erdpunktverlagerung". Obering. A. von Schaubert VDE.

VDE, Bezirk Nordsachsen, Leipzig. 20. 10, (Mi), 20^{30}, Zoo (im Rahmen der Gauwoche der Technik): „Verbundbetrieb in der Elektrowirtschaft und damit zusammenhängende Regleraufgaben". Dipl.-Ing. E. Rasch VDE.

VDE, Bezirk Ostsachsen, Dresden (anläßlich der Technischen Gauwoche Sachsen 1937). 21. 10. (Do.), 20^{00}, T. H.: „Sicherheitsgrad moderner Hochspannungsanlagen unter bes. Berücksichtigung blitzsicherer Freileitungsgestaltung" (m. Lichtb. u. Film). Dr.-Ing. V. Aigner VDE.

VDE, Bezirk Pommern, Stettin (gemeinsam mit VDI). 14. 10. (Do.), 20^{00}, Konzerthaus: „Meine Eindrücke von der Pariser Weltausstellung" (m. Lichtb. u. Film). Dir. Dipl.-Ing. Krämer VDE. Mit Damen.

VDE, Bezirk Südbayern, München (gemeinsam mit den technischen Organisationen Münchens im NSBDT). 20. 10. (Mi.), 20^{00}, T. H. (Eingang XII, Ecke Theresien-Arcis-Str.): „Die Umwandelbarkeit der Atome". Prof. Dr. H. Geiger.

VDE, Bezirk Südsachsen, Chemnitz (anläßlich der Technischen Gauwoche Sachsen 1937). 21. 10. (Do.), Staatl. Akademie für Technik: „Vom Ton zum Bild". „Die Technik drahtloser Übertragung". Obering. F. Schilling.

VDE, Bezirk Südsachsen, Zwickau (anläßlich der Technischen Gauwoche Sachsen 1937). 22. 10. (Fr.), 20^{00}, Gaststätte „Greif", Adolf-Hitler-Ring 19: „Elektrotechnik und Vierjahresplan" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. E. König VDE.

VDE, Bezirk Thüringen, Erfurt. 22. 10. (Fr.), 20^{00}, Münchener Bürgerbräu: „Neuzeitliche Schaltanlagen in Amerika, Frankreich, England und Deutschland". Dipl.-Ing. G. Meiners VDE

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

Hochschulnachrichten. — An der T. H. Hannover wurde Herr Dr.-Ing. habil. H. Weißmann VDE zum ord. Professor ernannt und ihm der Lehrstuhl für Elektrische Anlagen und Bahnen endgültig übertragen, mit dem er bereits seit 1. 4. d. J. betraut war[1]).

BRIEFE AN DIE ETZ.

Schmelzsicherungen, Installations-Selbstschalter und Motorschutzschalter als Leitungs- und Geräteschutz.

Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn W. Schrank in der ETZ 58 (1937) H. 28, S. 773.

621. 316. 573 +. 923

In der Abhandlung hat der Verfasser in Abb. 12, S. 777, die etwaige Lage der Stromzeitkurve verschiedener Überstromauslöser bei leicht und schwer anlaufenden Motoren gezeigt.

Ergänzend hierzu wäre zu bemerken, daß ein störungsfreier Anlauf nicht unbedingt gewährleistet ist, wenn die Stromzeitkurve der verwendeten Überstromauslöser über der Stromzeitkurve des Motors liegt, was oft irrtümlich angenommen wird. Um festzustellen, ob bei gegebener Anlaufkurve eines Motors und bekannter Stromzeitkurve des verwendeten therm. Überstromauslösers ein störungsfreier Anlauf durchgeführt werden kann, ist es zweckmäßig, die Anlaufkurve des Motors in mittlere Ströme über möglichst kleine Zeiten einzuteilen. Man erhält dadurch eine treppenförmige Kurve, wie die nachstehende Abb. 1 zeigt. Der mittlere Strom über der Zeit a bewirkt nun eine Erwärmung von $a,b \cdot 100\%$. Während der Zeit c bewirkt der Strom eine Erwärmung von $c/d \cdot 100\%$ usw. Die Teilerwärmungen der verschiedenen mittleren Ströme werden addiert. Ergibt nun die Summe mehr als 100%, so ist der Beweis erbracht, daß das thermische Relais nicht in der Lage ist, den Anlaufstrom auszuhalten. Ein thermischer Überstromauslöser mit der Stromzeitkurve nach Abb. 1 würde nach etwa 6,5 s die Abschaltung des Motors bei der gezeigten Anlaufkurve einleiten, also bevor der Anlauf vollendet ist. Die Summe der Teilerwärmungen ergibt etwa 165%. Man müßte entweder einen therm. Überstromauslöser mit trägerer

[1]) Vgl. ETZ 58 (1937) H. 18, S. 491.

Digitized by Google

Auslösung verwenden oder der gegebene thermische Überstromauslöser wäre auf einen höheren Auslösenennstrom einzustellen. Bei der Durchführung der zuletzt angegebenen Maßnahme sinkt zwar die Schutzwirkung des therm. Überstromauslösers während des Normalbetriebes. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den therm. Überstromauslöser für den Nennstrom des Motors auszulegen und während des Anlaufes zu überbrücken. Aus dieser Darlegung geht klar hervor, daß man kein Urteil gewinnen kann, ob ein gegebener Motorschutzschalter den Anlauf eines Motors zuläßt, wenn die Auslösekurve über der Anlaufkurve des Motors liegt.

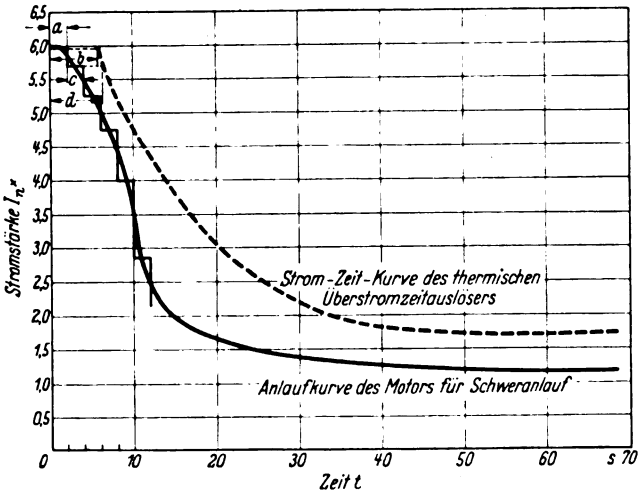


Abb. 1. Strom-Zeit- und Anlaufkurve.

Ich hoffe, daß diese kurze Ergänzung der oben genannten Abhandlung wertvoll für die Auswahl der richtigen therm. Überstromauslöser zum Schutze von Motoren ist.

Köln, 23. 8. 1937. Otto Deißler VDE.

Ergänzende Bemerkungen zum Abschnitt „Relais" in Heft 31 der ETZ 58 (1937) S. 845.

621. 318. 5

Ich bin mehrfach gefragt worden, worauf sich die Sätze über den Maschinenschutz in dem Referat „Relais" [ETZ 58 (1937) H. 31, S. 846] beziehen. Der erste Satz bezieht sich auf Schaltungen von Differential- bzw. Rückwattrelais. In den beiden letzten Sätzen wird Abb. 10 und der zugehörige Text des Aufsatzes „Übersicht über den heutigen Stand des Erdschlußschutzes" von Hans Titze, ETZ 58 (1937) H. 4, S. 101 u. f. referiert.

Berlin-Siemensstadt, den 27. 9. 1937.

R. Schimpf VDE.

Zu der Erklärung des Herrn Dr. Schimpf ist ergänzend zu bemerken, daß die in der ETZ 1937, S. 105 (oben links) genannten Zahlen (60 bis 80%) unzutreffend sind. Nach der Elektrizitätswirtsch. 29 (1930) S. 305 liegt am Relais bereits die volle Spannung, wenn die Nullpunktsspannung 10% der Phasenspannung beträgt. Dadurch wird der Schlußsatz des Referates, daß man bei der in Abb. 10b auf S. 104 der ETZ 1937 dargestellten Schaltung mit einem noch kleineren Fehlerstrom auskommt, hinfällig.

Frankfurt a. M., den 28. 9. 1937. W. Bütow VDE.

SCHRIFTTUM.

Eingänge.

Bücher.

Physik und Technik der Gegenwart. Abt. Fernmeldetechnik. Herausg. v. Prof. Dr. H. Faßbender. Bd. 1: Einführung in Theorie und Technik der Dezimeterwellen. Von Dr.-Ing. O. Groos. 1. Teil: Die Schwingungserzeugung und ihre Beeinflussung. Mit 157 Abb., X u. 188 S. im Format 155×230 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 8 RM, geb. 9,50 RM.

Supraleitung. Von Dr. K. Steiner und Dr. P. Grassmann. Mit 44 Abb., VIII u. 139 S. im Format 140×215 mm. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1937. Preis kart. 9,60 RM.

Elektrische Heizeinrichtungen für Industrie und Gewerbe. Von W. Schulz. 2. verbess. u. erweit. Aufl. Mit 260 Abb. u. 144 S. im Format A 5. Selbstverlag des Verfassers, Frankfurt a. M.-Ginnheim, Kurhessenstr. 162 1937. Preis geh. 3 RM, geb. 4 RM.

Schule des Funktechnikers. Ein Hilfsbuch für den Beruf mit besonderer Berücksichtigung der Rundfunktechnik. Von H. Günther und H. Richter. 1. Bd.: Grundlagen. Mit 226 Abb. u. 267 S. im Format B 5. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1937. Preis geb. 14 RM.

Hochfrequenzmeßtechnik. Eine Einführung für Studierende und Hochfrequenzingenieure. Von Prof. Dr. H. Wigge Mit 166 Abb. u. 95 S. im Format B 5. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1937. Preis geh. 3,60 RM.

Gestaltungskräfte der Energiewirtschaft. Von Dr. G. Hünecke. Mit 12 Abb., VII u. 195 S. im Format 160×230 mm. Verlag F. Meiner, Leipzig 1937. Preis geh. 11,50 RM, geb. 13,50 RM.

Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. Bd. XIX, Herausg. v. Reichspostzentralamt. Mit IV, 283 S. im Format A 4. Alleinvertrieb durch Julius Springer, Berlin. Preis kart. 12 RM.

Fachzeichenheft für Elektrotechniker. 3. Heft: Ergänzungszeichnungen und Übungsaufgaben unter Verwendung der Din-Zeichen. Von H. Petzold. Mit 22 S. im Format 225×300 mm. Verlag Julius Beltz, Langensalza, Berlin, Leipzig 1937. Preis kart. 1,35 RM.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsches Arbeitsschutzmuseum, Berlin. 2., 9., 16., 23. u. 30. 11. sowie 7. u. 14. 12. (Di), 16^{00} bis 18^{00}, Charlottenburg, Fraunhoferstr. 11/12: 9. Lehrgang über „Entstehung und Verhütung von Berufskrankheiten". Teilnehmergebühr 6 RM für den ganzen Kursus, 1,50 RM für den Einzelvortrag. Näheres durch die Geschäftstelle: Charlottenburg, Fraunhoferstr. 11/12. Fernruf: 34 09 36. Anmeldungen bis 25. 10. erbeten.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 19. 10. (Di), 19^{00}, Ingenieurhaus: „Filmarbeit bei der Reichsbahn und bei Verkehrsunternehmungen des In- und Auslandes". Reichsbahnrat Müller-Hillebrand.

Außeninstitut der Technischen Hochschule Karlsruhe in Zusammenarbeit mit dem Amt für Technik der Gauleitung Baden der NSDAP., dem Verein deutscher Ingenieure im NSBDT., der Deutschen Arbeitsfront, dem Amt für Berufserziehung und Betriebsführung und dem Reichsnährstand. 8. bis 13. 11., 9^{00}, Studentenhaus: Ferienkurs „Technik im Dienste der Rohstoff- und Ernährungswirtschaft". 1. Fortbildungskurs in Kältetechnik und Lebensmitteltechnik. Leitung Prof. Dr.-Ing. Plank. 2. Chemische Grundlagen der deutschen Textilwirtschaft. Leitung Prof. Dr.-Ing. Elöd Auskunft erteilt die Geschäftsstelle des Außeninstitutes der T. H. Karlsruhe, für Ausländer die Akademische Auslandsstelle der T. H. Karlsruhe. Anmeldungen bis spätestens 1. 11. erbeten. Die Gebühren betragen je Kurs 15 RM, die auf das Postscheckkonto Karlsruhe 168 67 zu überweisen sind.

Berichtigung.

In der ersten Zeile der Notiz „Jubiläum" in H. 39 der ETZ d. J., S. 1071 rechts unten, ist das Wort „Mitarbeiter" durch „Mitinhaber" zu ersetzen.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. N. Lieber VDE, Berlin-Halensee, Johann-Siegismund-Str. 16
Dr.-Ing. G. Lesch VDE, Mannheim, Mollstr. 36.
Obering. Fr. Prüß, Mannheim-Feudenheim, Ilvesheimer Str. 50.
Dr. F. Hoffmann, Berlin-Charlottenburg, Pestalozzistr. 43.
Dipl.-Ing. Th. Teinert VDE, Berlin-Charlottenburg, Knesebeck-tr. 11
Dr.-Ing. P. Altbürger, Berlin-Zehlendorf, Fischerhüttenstr. 85.

Abschluß des Heftes: 8. Oktober 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 21. Oktober 1937 | Heft 42

Gewitterschutz von Fernmeldeanlagen durch Überspannungsableiter.

Von Wilhelm Peters VDE und Eberhard Schulz VDE, Berlin.

621. 391. 31 : 621. 316. 93

Übersicht. Aus der Gewittergefährdung von Fernmeldeanlagen ergeben sich die Anforderungen, die an Überspannungsableiter, insbesondere bezüglich Ansprechspannung, Ansprechverzögerung und Belastbarkeit, zu stellen sind. Es wird gezeigt, wie man die Ableiter auf ihre Brauchbarkeit hin prüfen kann *).

1. Ziel und Zweck der Untersuchung.

In Fernmeldeanlagen können Überspannungen durch Beeinflussung von Starkstromleitungen oder durch atmosphärische Entladungen entstehen; insbesondere Freileitungen können hohe Fremdspannungen erhalten. Hierdurch wird nicht nur die verhältnismäßig schwache Isolation der angeschalteten Kabel und Geräte gefährdet; durch starke Ströme können sogar Leitungen schmelzen und in Gebäuden Brände entstehen. Bei Freileitungen werden daher an beiden Enden Überspannungs- und Überstromsicherungen eingebaut. Für diesen Sicherungsschutz sind schon vor Jahren Richtlinien aufgestellt[1]). Die Starkstromgefahr ist durch Verkabelung der Fernmeldelinien, durch Erhöhung der mechanischen Bruchfestigkeit der Hochspannungsisolatoren sowie durch geeignete Führung der Leitungen immer mehr zurückgetreten. Geblieben ist dagegen die weit größere Gefährdung durch atmosphärische Entladungen, die jährlich zahlreiche Beschädigungen, Betriebsstörungen und Kosten verursachen. In den letzten Jahren sind mehrere Untersuchungen über Ableiter für Hoch- und Niederspannungsnetze veröffentlicht worden[2]). Für Ableiter in Fernmeldeanlagen ergeben sich jedoch andere Anforderungen. Auf einen wichtigen Unterschied sei schon hier hingewiesen. In einem Hochspannungsnetz genügen bereits wenige Ableiter, um die Betriebssicherheit erheblich zu steigern. Ableiter in Fernmeldeanlagen sind dagegen ein Massenartikel: In jeder Fernverbindung sind sie in großer Zahl vorhanden. Sie müssen daher billig sein. Diese Forderung läßt sich erfüllen, da die Anforderungen in einer Beziehung geringer sind. Starkstromableiter haben nämlich nach dem Ansprechen und Abfließen der Überströme auch noch das Nachfließen des Betriebsstromes zu verhindern, d. h. den Erdschlußstrom zu unterbrechen. In Fernmeldeanlagen ist aber bei der geringen Betriebsspannung (60 V bei Selbstanschlußämtern) zwischen Leiter und Erde ein Lichtbogen im allgemeinen nicht zu befürchten. Die Hauptforderungen an Überspannungsableiter in Fernmeldeanlagen sind vielmehr kleine Ansprechspannung, äußerst geringer Entladeverzug und große Belastungsfähigkeit, Forderungen, die aber doch nahe an der Grenze des technisch Möglichen und wirtschaftlich Tragbaren liegen.

*) Mitteilung aus dem Reichspostzentralamt und dem Zentrallaboratorium der Siemens & Halske AG.

[1]) Rotbuch des CCI (1931) S. 438 bis 458; Europ. Fernsprechdienst (1932) S. 34; VDE 0800/1935, § 13.

[2]) D. Müller-Hillebrandt, ETZ 56 (1935) S. 417; 55 (1934) S. 733; Siemens-Z. 14 (1934) S. 281. — Flegler, Arch. Elektrotechn. 20 (1928) S. 319.

2. Gewittergefährdung von Fernmeldeanlagen.

Die Deutsche Reichspost führt seit vielen Jahren für das gesamte Reichspostgebiet Statistiken über Blitzschäden an Fernmeldelinien, wobei Umfang und Ursache jedes Schadens untersucht werden. Jährlich werden etwa 500 Einzelfälle von Beschädigungen an Kabeln, Freileitungen und Apparaten gemeldet, in denen also der Überspannungsschutz versagt hat. Die Zahl der Fälle, in denen der Schutz dagegen ordnungsgemäß arbeitete, ist statistisch nicht erfaßbar, da es bei der großen Anzahl der Leitungen unmöglich ist, jedes Ansprechen eines Ableiters aufzuzeichnen. Einen gewissen Schluß hierauf läßt nur die Zahl der jährlich zu erneuernden Strom- und Spannungssicherungen zu, die etwa 10 000 Stück beträgt. In diesen Fällen wurden zwar die Kabel geschützt, der Betrieb aber z. T. infolge Leitungsunterbrechung durch Auslösen der Stromsicherung oder infolge Erdschlusses durch Zusammenschmelzen der Ableiterelektroden gestört. Wesentlich größer dürfte jedoch die Zahl der Fälle sein, wo Überspannungen ohne jede Beschädigung des Ableiters abgeführt wurden.

Abb. 1. Durchschlag zwischen Ader und Bleimantel (Bleimantel aufgebogen).

Die größte Zahl der gemeldeten Schadenfälle entfällt auf Beschädigungen an Kabeln, die in Freileitungen übergehen, und zwar 60 % auf Erdkabel, 15 % auf Luftkabel und etwa 10 % auf Zwischenkabel, das sind kurze Kabelstücke im Zuge von Freileitungen, z. B. bei Unterkreuzung von Starkstromleitungen. Weitere 10 % sind Störungen an Freileitungen durch unmittelbaren Blitzeinschlag und die restlichen 5 % ebensolche an Erd- und Luftkabeln[3]). In den ersten 85 % sind die Freileitungen die Zubringer gefährlicher Überspannungen in das Kabel. Es kommt zu den typischen Durchschlägen am Kabelanfang, die sich bis zu etwa 30 m in das Kabel hinein erstrecken. Abb. 1 zeigt einen solchen Durchschlag zwischen Ader und Bleimantel. Die Papierisolation der Ader ist durchlöchert und am Rande angebrannt, das Blei auf der Mantelinnenseite durch den Lichtbogen geschmolzen. Bei stärkeren Strömen können Löcher

[3]) W. Peters, Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 1.

Digitized by Google

im Bleimantel entstehen. Während bei Durchschlägen der Papierisolation das Kabel noch lange Zeit betriebsfähig sein kann, wird bei Durchlöcherung des Mantels das Kabel durch eindringende Feuchtigkeit immer, wenn auch öfters erst nach längerer Zeit, unbrauchbar. Alle Kabelbeschädigungen durch von der Freileitung her einfallende Überspannungen sind auf ein Versagen des Überspannungsschutzes am Kabeleingang zurückzuführen. Da trotz zunehmender Verkabelung noch viele Fernleitungen und Ortsverbindungsleitungen als Freileitungen mit gelegentlicher Verkabelung in Betrieb sind und zahlreiche Anschlußleitungen namentlich in schwach besiedelten ländlichen Gegenden aus wirtschaftlichen Gründen auch weiter als Freileitungen erstellt werden, ist die Überspannungsfrage bei Einführung oder Überführung von Freileitungen in Kabel wichtig.

Es entsteht hierbei die Frage, welche Gegenden in Deutschland von Gewittern besonders heimgesucht sind. Nach meteorologischen Beobachtungen ist die Gewittertätigkeit im Küstengebiet, z. B. Pommern, gering. Sie nimmt mit Annäherung an das deutsche Mittelgebirge zu. Hier finden sich einige besonders gewitterreiche Gegenden, wie z. B. im Erzgebirge, im Thüringer Wald, im Schwarzwald und in den Sudeten. In Seengebieten, wie z. B. in Mecklenburg, Ostpreußen, Brandenburg, entstehen häufig Wärmegewitter. Zahlentafel 1 zeigt die Verteilung der Gewitterschäden auf die Gebiete der einzelnen Reichspostdirektionen für die Gewitterperiode 1935. Diese Statistik zeigt zunächst die Mängel der Gewitterfestigkeit der Leitungen, insbesondere der Überspannungsableiter, sie spiegelt aber auch die verschieden starke Gewittereinwirkung infolge der landschaftlichen Lage wider. Sie ist jedoch in dieser Jahresstatistik noch mit einer durch den Zufall hervorgerufenen Störverteilung behaftet. Diese nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit verlaufende Verteilung kann man ausschalten, wenn man die Statistik über mehrere Jahre erstreckt. Sie müßte dann mit der Verteilung der Gewitter übereinstimmen unter der Voraussetzung, daß die Fernmeldeleitungen gleichmäßig das Reichspostgebiet durchziehen. Deshalb sind auch die aus einem Beobachtungszeitraum von drei Jahren (1933/35) gemittelten Werte der Blitzschäden an Fernmeldeleitungen in der Zahlentafel wiedergegeben. Im allgemeinen deckt sich die örtliche Störanfälligkeit der Fernmeldelinien mit der Gewitterhäufigkeit[4]). Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, daß die Liniendichte in den einzelnen Bezirken zwar ungefähr gleich, daß aber die Verkabelung in einigen schon weiter fortgeschritten ist. Im großen und ganzen kann man im Reichspostgebiet mit einer nicht sehr verschieden großen Blitzgefährdung

Zahlentafel 1. Statistik der Schadenfälle.

Reichspostdirektion	Schadenfälle Mittelwert aus mehreren Jahren	1935	Reichspostdirektion	Schadenfälle Mittelwert aus mehreren Jahren	1935
Aachen	10	4	Köln	8	4
Augsburg	0	0	Königsberg/Pr.	20	17
Bamberg	4	4	Köslin	7	7
Berlin	2	4	Landshut	0	0
Braunschweig	3	3	Leipzig	28	19
Bremen	12	14	Magdeburg	11	5
Breslau	21	18	München	0	0
Chemnitz	20	34	Münster	13	21
Dortmund	17	11	Nürnberg	8	8
Dresden	19	6	Oldenburg	25	27
Düsseldorf	8	19	Oppeln	27	40
Erfurt	28	29	Potsdam	27	26
Frankfurt/Main	8	3	Regensburg	1	1
Frankfurt/Oder	12	24	Saarbrücken	0	0
Gumbinnen	6	17	Schwerin	54	68
Hamburg	5	7	Speyer	1	1
Hannover	7	3	Stettin	6	2
Karlsruhe/B.	26	17	Stuttgart	27	27
Kassel	7	9	Trier	2	4
Kiel	8	14	Würzburg	0	2
Koblenz	12	9			

[4]) Über Gewitterstatistiken an Starkstromleitungen vgl. D. Müller-Hillebrandt, ETZ 55 (1934) S. 133.

rechnen und daher im allgemeinen die Leitungen mit einem einheitlichen Schutz versehen. Abb. 2 zeigt die zeitliche Verteilung der Störungen im Jahre

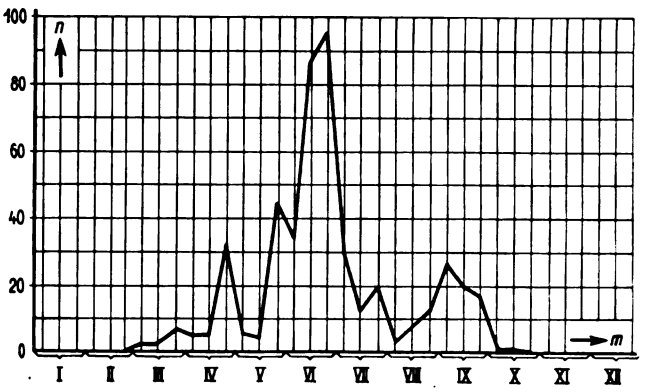
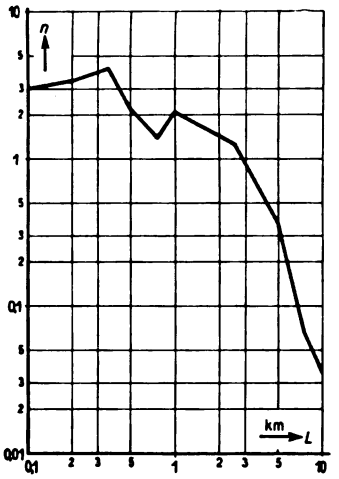


Abb. 2. Zeitliche Verteilung der Störungen in den einzelnen Monaten eines Jahres (n = Zahl der Störungen für je 10 Tage).

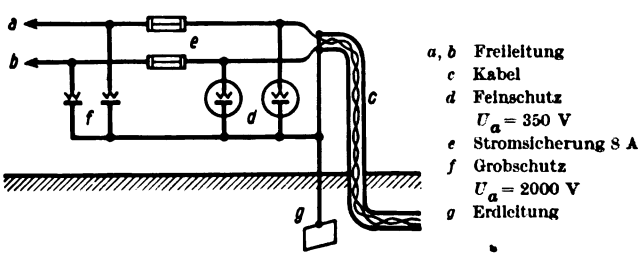
1935. Fast alle wurden durch Sommergewitter hervorgerufen, bei denen häufig, und zwar besonders in den Monaten Mai bis Juni, starke Entladungen auftreten, während die März- und Aprilgewitter im allgemeinen blitzärmer sind. Das Maximum liegt Ende Juni und beträgt 10 Störungen je Tag für das Reichsgebiet.



n Anzahl der Einschläge je 100 m Leitung im Jahr
L Abstand der Einschlagstelle von der KA.

Abb. 3. Verteilung der Einschläge auf der Freileitung.

Für die Bemessung des Schutzes ist die Frage wichtig, ob die Überspannungen durch Abfließen influenzierter Ladungen aus den Leitungen infolge benachbarter Einschläge oder durch unmittelbare Einschläge in die Leitungen hervorgerufen werden. Es zeigte sich, im Gegensatz zu früheren Annahmen, daß die Ursache der weitaus meisten Schadenfälle, nämlich 70 bis 80 %, unmittelbare



a, b Freileitung
c Kabel
d Feinschutz $U_a = 350$ V
e Stromsicherung 8 A
f Grobschutz $U_a = 2000$ V
g Erdleitung

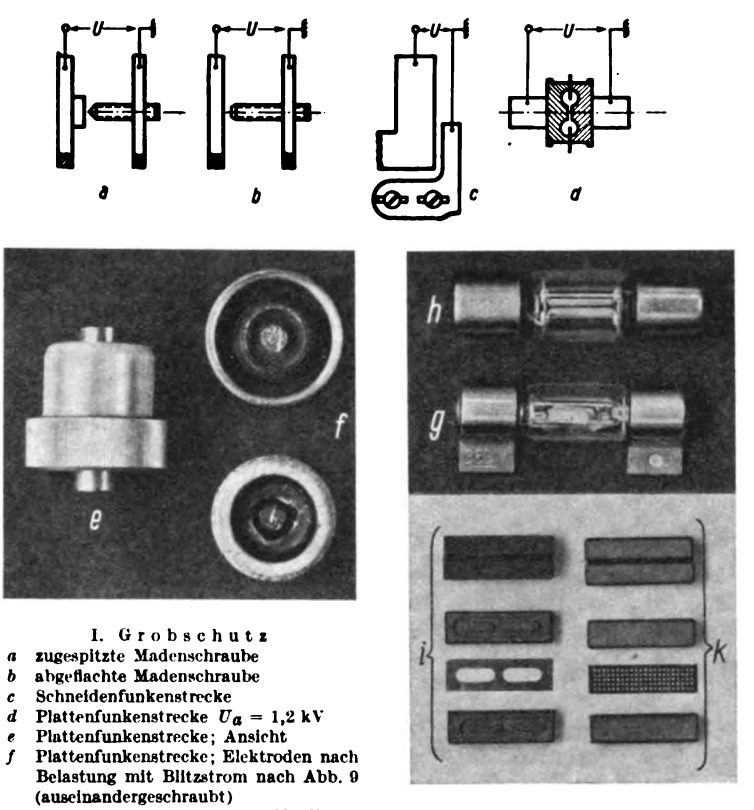
Abb. 4. Anordnung des Überspannungsschutzes am Kabeleingang einer Doppelleitung.

Einschläge in die Freileitung waren, was sich durch kennzeichnende Merkmale an der Einschlagstelle, wie Schmelzen oder Ausglühen von Drähten, Zersplittern von Stangen, Zersprengen von Isolatoren, feststellen ließ[5]). Freileitungen sind also leider ausgezeichnete Blitzfänger. Glücklicherweise sind Einschläge unmittelbar an der Kabelaufführung (KA.) selten. In Abb. 3 ist für ein Jahr im

[5]) W. Peters, ETZ 58 (1937) S. 337 u. 372.

Digitized by Google

Reichsgebiet die Einschlagdichte verzeichnet, d. i. die Zahl der Einschläge je 100 m Leitungslänge für diejenigen Fälle, in denen das Kabel beschädigt wurde. Die Einschlagdichte beträgt bis zu 500 m Entfernung von der KA. etwa 4 Einschläge je 100 m und fällt darauf ab. Hier spielt allerdings mit, daß Anschlußleitungen größerer Länge seltener sind. Die Blitzströme, die nach zahlreichen Messungen meist zwischen 5 und 25 kA liegen, fließen über die nächsten Stangenerdungen (in der Regel bei jedem 5. Mast) nach Überschlag der Isolatoren zur Erde ab, bis die Überspannungen auf der Leitung sich unter die Stoßüberschlagspannung der Isolatoren von etwa 50 kV gesenkt hat. Die Widerstände der Stangenerdungen sind nämlich im allgemeinen so groß (einige 10 Ω), daß bei den hohen abfließenden Blitzströmen die Spannung nicht vollständig auf Null abgebaut, sondern nur gesenkt wird. Nehmen wir an, daß eine Wanderwelle von der Einschlagstelle auf das Kabel zuläuft. Bei $U = 50$ kV und $Z = 500$ Ω Wellenwiderstand ist $I = U/Z = 100$ A und bei einer Blitzdauer $T = 100$ µs ist die Wanderwellenlänge $L = v \cdot T = 30$ km. Beim Ansprechen des Überspannungsableiters an der KA. erhöht sich der Strom durch Reflexion auf nahezu 200 A. Sind die Einschlagstellen des Blitzes oder die Stangenerdungen, an denen Überschläge stattfinden, von der Kabelaufführung nicht weit entfernt, so kann durch wiederholte Reflexionen der an der KA. abfließende Strom stufenweise auf viele hundert Ampere ansteigen. Auch influenzierte Entladungswellen, die durch Abfließen statischer Ladungen auf der Leitung bei einer Blitzentladung entstehen, können ähnlich hohe Überspannungen, jedoch nicht so hohe Ströme zur Folge haben. Auch ist ihre zeitliche Dauer von ähnlicher Größenordnung wie die einer Blitzentladung. Sie ist nämlich nicht so sehr durch den Influenzbereich einer Gewitterwolke als vielmehr durch die Entladungsdauer des Blitzes bestimmt. Beim Fortschreiten auf der Leitung wird die Welle durch Wirbelstromverluste im Erdreich und durch Glimmverluste gedämpft und hierbei besonders der Kopf abgeflacht, der beim Einschlag eine Anstieggeschwindigkeit von 1000 bis 5000 kV/µs, bei Influenz 4 bis 10 kV/µs und mehr haben kann.



I. Grobschutz
- *a* zugespitzte Madenschraube
- *b* abgeflachte Madenschraube
- *c* Schneidenfunkenstrecke
- *d* Plattenfunkenstrecke $U_a = 1{,}2$ kV
- *e* Plattenfunkenstrecke; Ansicht
- *f* Plattenfunkenstrecke; Elektroden nach Belastung mit Blitzstrom nach Abb. 9 (auseinandergeschraubt)

II. Feinschutz
- *g, h* Gasableiter, $U_a = 350$ V
- *i* Kohleableiter mit Schutzrille
- *k* Kohleableiter mit gelochtem Zwischenlageblättchen

Abb. 5. Bilder von Spannungsableitern.

Beim Eintritt in das Kabel ändert sich der Wellenwiderstand Leitung - Erde von $Z_1 = 500$ Ω (Freileitung) auf $Z_2 = 50$ Ω (Kabel). Die Überspannung wird hierdurch auf $2Z_2 : (Z_1 + Z_2)$, also auf etwa ein Fünftel gesenkt, der Strom nahezu verdoppelt. Nun beträgt die Durchschlagspannung zwischen Seele und Mantel bei Anschlußkabeln nur etwa 3 kV, bei den etwas stärker isolierten Fernkabeln etwa 5 kV, d. i. etwa das Doppelte der Prüfspannung. Hiernach ist das Kabel außer Gefahr, wenn die Wanderwelle auf der Freileitung von anfänglich 50 kV bei ihrem Lauf bis zur KA. auf mindestens die Hälfte gedämpft wird. Bei Kabelzwischenstücken und kürzeren Anschlußkabeln, die auf einen hohen Wellenwiderstand (Leitung, Gerät) wieder übergehen, steigt jedoch unter wiederholten Reflexionen an den Kabelenden auch die Spannung im Kabel bald auf die der Freileitung an. Die ankommende Wanderwelle darf hier daher höchstens 5 kV betragen, sie muß also schon auf $^1/_{10}$ längs der Leitung abgeklungen sein, falls sie gefahrlos sein soll. Dieses ist nach etwa 20 bis 25 km Laufweg der Fall. Einschläge in größerer Entfernung sind daher auf jeden Fall ungefährlich. Die meisten Anschlußfreileitungen haben jedoch nur Längen von einigen hundert Metern bis zu wenigen Kilometern. Hier ist ein Einschlag stets mit Gefahr verbunden, zumal man noch mit Reflexionen an den Enden, an der Blitzeinschlagstelle und an den Stangenerdungen, an denen es zu Überschlägen kommt, rechnen muß. Bei all diesen näher an der KA. liegenden Einschlägen kann deshalb das Kabel nur durch Überspannungsableiter geschützt werden.

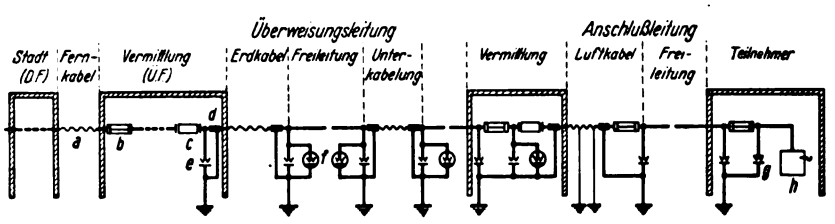
Im allgemeinen schlägt der Blitz nur in wenige, ihm am nächsten liegende Drähte, also meistens in der oberen Lage des Freileitungsbündels ein. Trifft er nur einen einzelnen Draht, so laufen infolge Influenz auf den anderen Leitungen konforme Spannungswanderwellen mit. Ihre Spannung gegen Erde entspricht der Lage der Leitung im elektrischen Felde des vom Blitzstrom getroffenen Leiters. Die Spannungsdifferenz der Drähte unter sich ist daher nur ein Bruchteil der Wanderwellenspannung gegen Erde bzw. der Überschlagspannung der Isolatoren. Das gleiche gilt auch für das Kabel. Es genügt daher, jede Ader am Kabeleingang durch einen Überspannungsableiter zu schützen, der, wie Abb. 4 zeigt, zwischen Leiter und Erde liegt. Beim Versagen des Ableiters können sowohl Durchschläge zwischen Ader und Mantel als auch zwischen einzelnen Adern oder Lagen im Innern erfolgen, letzteres namentlich dann, wenn nur der Ableiter des benachbarten Drahtes anspricht und hierdurch eine hohe Überspannung zwischen den Adern entsteht. Dasselbe tritt ein, wenn ein Isolator der Nachbarleitung überschlägt, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß beim Übergang ins Kabel für die zwischen den Leitunge verlaufenden Wellen der Wellenwiderstand von 600 Ω (Doppelleitung) auf etwa 150 Ω (verdrillte Adern), die Spannung der Welle also etwa nur auf die Hälfte absinkt.

3. Anforderungen an die Überspannungsableiter.

Die Grundforderung, daß die Ansprechspannung der Ableiter kleiner als 3 kV ist, würde jedoch nur bei sta-

Digitized by Google

tischen Aufladungen hinreichenden Schutz gewähren. Mit Rücksicht auf den schnellen Spannungsanstieg bei Wanderwellen muß auch ihre Ansprechverzögerung genügend klein sein. Das Fernmeldekabel ist zur Erzielung möglichst kleiner Kapazität ein sogenanntes Papierhohlraumkabel: Das poröse Kabelpapier soll die Adern in Abstand halten, die Luft ist der eigentliche Isolator (Gasdurchschlag). Nach Durchschlag des Papiers erniedrigt sich die Durchschlagsspannung auf etwa 80 %. Die Bedingung, daß der Ableiter eher zündet, läßt sich nur dadurch erreichen, daß die Ansprechspannung des Ableiters wesentlich niedriger als die Kabeldurchschlagsspannung, also bei Luftfunkenstrecken der Elektrodenabstand kleiner als die Luftstrecke im Kabel gewählt wird. Bei Ableitern für Starkstromanlagen spielt der Zündverzug keine so erhebliche Rolle, da hier die Isolierung (feste Stoffe, Öle) großen Durchschlagsverzug hat. In Fernmeldeanlagen ist dagegen die Gefahr, daß der Ableiter zu spät zündet, viel größer. Dazu kommt als ungünstig weiter hinzu, daß die Ableiter unmittelbar am Kabeleingang, wo die Spannung sofort absinkt, liegen müssen, da diese zentrale Anordnung in Kabelaufführungskästen am billigsten und besonders bei strahlenförmig abgehenden Anschlußleitungen unumgänglich ist. Der Ableiter soll ferner, ohne sich in seinen elektrischen Eigenschaften, besonders der Ansprechspannung, zu ändern, auch Einschlagströme bis zu mehreren hundert Ampere zur Erde ableiten können. Rechnet man mit einem zweifachen Blitzschlag, wie er häufig vorkommt, so muß der Ableiter bei einer Wanderwelle mindestens 200 A während 200 µs, d. i. eine Ladung von 0,04 C, und bei einem unmittelbaren Einschlag mit 10 kA und 100 µs eine Ladung von 1 C abführen. Jedesmal nach dem Ansprechen soll er wieder einen hohen Isolationswiderstand annehmen. Diese Forderung ist besonders für Selbstanschlußbetrieb wichtig, da kleine Erdschlußströme schon genügen, um ein unerwünschtes Arbeiten der Relais zu bewirken. Durch schlechte Isolation wird ferner die Erdunsymmetrie und damit die Geräuschanfälligkeit und das Nebensprechen der Leitung erhöht. Auch bei nahen Blitzeinschlägen soll der Ableiter das Kabel noch schützen, Stoßströme von 10 bis 15 kA also noch ableiten können. Allerdings wird man es in solchen nur selten vorkommenden Fällen in Kauf nehmen müssen, daß der Ableiter, von dem man anderseits geringen Platzbedarf und billigen Preis verlangt, hiernach nicht mehr betriebsfähig ist. Er soll jedoch dann einen Kurzschluß bilden und so die Leitung erden.



a Kabel *d* Erdung des Kabelmantels *g* Kohleableiter
b Grobsicherung *e* Grobschutz (Funkenstrecke) *h* Apparat
c Feinsicherung *f* Feinschutz (Edelgasableiter)

Abb. 6. Überspannungs-Schutzeinrichtungen an einer Fernverbindung.

4. Aufbau und Arbeitsweise der Überspannungsableiter.

Als Überspannungsableiter werden Gasentladungsstrecken verwendet. Man unterscheidet je nach der Höhe der Ansprechspannung und der Belastbarkeit der Elektroden zwischen Grob- und Feinspannungsableitern. Abb. 4 zeigt die Gesamtanordnung des Überspannungsschutzes einer Doppelleitung beim Übergang von Freileitung zum Kabel. Er setzt sich aus Grobschutz, Stromsicherung und Feinschutz zusammen. Der Grobschutz besteht aus einer Luftfunkenstrecke mit einer Ansprechspannung von etwa 2 kV. Er soll in der Lage sein, auch stärkere Entladungen von der Freileitung nach Erde abzuleiten. Der Feinschutz ist eine Entladungsstrecke in verdünntem Gas mit 350 V Ansprechspannung. Er soll das Auftreten schon kleinerer Überspannungen im Kabel verhindern. Da die Belastbarkeit dieser Ableiter begrenzt ist, wird zum Schutz gegen Überspannungen längerer zeitlicher Dauer eine Stromsicherung eingebaut[6]). Durch das Ansprechen des Feinschutzes wird diese zum Auslösen gebracht und das Kabel von der Leitung getrennt, die dann durch den Grobspannungsableiter vor weiteren Überspannungen geschützt bleibt.

In Abb. 5 sind einige Grob- und Feinspannungsableiter wiedergegeben. Bei den Grobfunkenstrecken *a*, *b*, *c* ist der Elektrodenabstand und somit die Ansprechspannung einstellbar. Bei diesen „offenen" Funkenstrecken werden die Elektrodenabstände wegen der Gefahr, daß sie durch Verschmutzung oder Witterungseinflüsse Schluß bekommen, oft so groß eingestellt, daß die Ansprechspannung über der Durchschlagsspannung von Teilnehmeranschlußkabeln liegt. Durch luftdicht abgeschlossene Funkenstrecken wird diese Schwierigkeit vermieden. Abb. 5 *d*, *e* und *f* zeigen eine solche Plattenfunkenstrecke, deren Elektroden durch einen Glimmerring in dem geringen Abstand von 0,1 mm gehalten werden. Sie ist durch einen Steatitkörper und durch Gummidichtungen vor dem Eindringen von Feuchtigkeit und vor Verschmutzen geschützt. Ihre Ansprechspannung ist 1,2 kV.

Abb. 5 *g*, *h*, *i* zeigen Feinspannungsableiter, 5 *g* und *h* sind Gasableiter: Die Elektroden befinden sich meist in Wasserstoff, Argon, Neon u. dgl.; das Gas mit vermindertem Druck ist in dem Glaskolben vakuumdicht abgeschlossen. Feinspannungsableiter sind ferner auch die

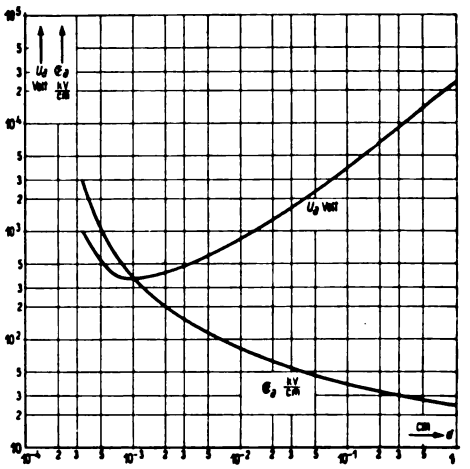


Abb. 7. Ansprechspannung U_a und Anfangsfeldstärke $\mathfrak{E}_a$ in Luft (760 Torr) bei Plattenelektroden mit veränderlichem Abstand *d*.

Kohleableiter, von denen Abb. 5 *i* und *k* zwei Ausführungsformen zeigen. Es handelt sich hier um Luftfunkenstrecken mit Kohleelektroden, die durch ein dünnes Zwischenplättchen in 0,1 mm Abstand gehalten werden. Da die Überschläge vorwiegend am Rande dieses Plättchens auftreten und infolge der abgestäubten Kohleteilchen die Isolation sich verschlechtert, empfiehlt es sich, eine Schutzrille ähnlich wie bei der Plattenfunkenstrecke in Abb. 5 *d* vorzusehen, durch die auch die Kriechwege zwischen den Elektroden erhöht und damit eine größere Konstanz der Ansprechspannung erzielt wird.

[6]) In der Regel für 8 A. Vom CCI wird eine Sicherung empfohlen, die bei gleicher Unempfindlichkeit für Stoßbelastungen den Feinspannungsableiter in größerem Strombereich schützt. Vgl. Jäger, Europ. Fernsprechdienst (1936) H. 44.

Digitized by Google

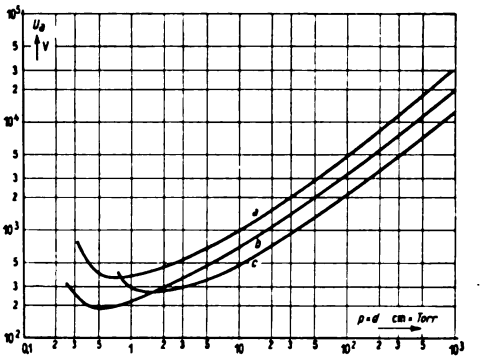
Aus den Abbildungen erkennt man, daß die Ableiter in der Fernsprechtechnik verhältnismäßig einfache Gebilde sind. Die wirtschaftliche Seite der Ableiterfrage wird aber erst klar, wenn man sich vergegenwärtigt, in welchen Stückzahlen sie im Leitungsbau benötigt werden. Als Beispiel ist in Abb. 6 die Schaltung einer Fernverbindung gezeigt: Ein Teilnehmer führe ein Ferngespräch, das über zwei kleinere Vermittlungsämter geht, deren Netz zum Teil als Freileitung geführt ist. Hierbei sind bereits 26 Ableiter nötig, von denen jeder hohe Betriebssicherheit aufweisen muß.

Die kennzeichnenden Eigenschaften eines Ableiters sind Ansprechspannung, Belastbarkeit und Ansprechverzögerung[7]). Abb. 7 zeigt für Plattenelektroden in Luft bei atmosphärischem Druck die Anfangsfeldstärke und die Ansprechspannung in Abhängigkeit vom Elektrodenabstand. Man ersieht, daß Plattenfunkenstrecken in Luft bei einer Ansprechspannung von 1 bis 2 kV nur Elektrodenabstände von 0,1 bis 0,4 mm haben dürfen.

Bei kleineren Ansprechspannungen muß man deshalb Entladungsstrecken mit verdünnten Gasen (Gasableiter) verwenden. Für die Ansprechspannung U_a gilt das Paaschensche Gesetz $U_a = f(p\,d)$; dabei ist p der Druck, d der Elektrodenabstand. Bei halbem Druck kann man also den Abstand verdoppeln und erhält dabei die gleiche Anfangsspannung. Für möglichst trägheitsloses Ansprechen des Ableiters ist indessen ein noch möglichst hoher Gasdruck erwünscht. Man wählt also zweckmäßig kleine Elektrodenabstände zugunsten eines hohen Druckes. In Abb. 8 sind die ungefähren Ansprechspannungen (Rechenwerte) für Luft, Argon und Wasserstoff als Funktion von $p\,d$ aufgetragen. Außerdem haben auf die Ansprechspannung noch Elektrodenstoff, Oberflächenbeschaffenheit sowie Ungleichförmigkeit des Feldes Einfluß. Gasableiter für Fernmeldeleitungen haben meist 350 V statische Ansprechspannung.

Für die Güte eines Ableiters ist seine Belastungsfähigkeit von großer Bedeutung. Die im Ableiter umgesetzte Wärme errechnet sich aus Strom mal Spannungsabfall. Letzteren muß man also möglichst klein halten zur Erzielung großer Belastungsfähigkeit: Man strebt daher schon bei geringen Stromstärken den Übergang von der Glimmentladung in die Lichtbogenentladung an, deren stationäre Brennspannung um rund eine Zehnerpotenz tiefer als bei der Glimmentladung ist[8]).

(Schluß folgt.)



a Luft *b* Argon *c* Wasserstoff

Abb. 8. Abhängigkeit der Anfangsspannung U_a bei veränderlichem $p \cdot d$ für verschiedene Gase bei Plattenelektroden.

[7]) Über Arbeitsweise der Ableiter vgl. Gehrke und Seeliger, Handbuch der Radiologie, Bd. 3; Leipzig: Akad. Verlagsges. 1916. Seeliger, Handbuch der Experimentalphysik, Bd. 13, III; Leipzig: Barth 1934. Rogowski, Z. Phys. 100 (1936) S. 1. Von Engel u. Steenbeck, Elektrische Gasentladungen; Berlin: Springer 1934/36.

[8]) Benda, Siemens-Z. 12 (1932) S. 394.

Diagramm des Wendepolstromes von Einphasenbahnmotoren.

Von F. Stier VDE, Berlin.

621. 313. 361. 012. 2 : 621. 33

Übersicht. Bei Kommutierungsversuchen an Einphasenmotoren muß ein Wendepolstrom bestimmter Größe und Phasenlage eingestellt werden. Am schnellsten erreicht man dies im Prüffeld, wenn man zuerst den für den gewünschten Wendepolstrom erforderlichen Scheinwiderstand des Nebenschlußkreises zur Wendepolwicklung ermittelt. Überdies sind, wenn im Laufe der Versuche eine Änderung des Wendepolluftspaltes oder der Wicklungen notwendig wird, die bereits vorliegenden Versuchsergebnisse entsprechend den neuen Maschinenkonstanten umzurechnen. Hier wird nun ein Diagramm entwickelt, das den Zusammenhang zwischen dem Wendepolstrom, den Maschinenkonstanten und dem Scheinwiderstand des Nebenschlußkreises zur Wendepolwicklung leicht übersehen läßt. Eine einfache Darstellung ergibt sich, wenn man die Ortskurve für den Strom im Nebenschlußkreis ableitet.

Die Entwicklung der Einphasenbahnmotoren zu immer größeren Leistungen und das Bestreben, ein möglichst kleines Gewicht je Leistungseinheit zu erzielen, führen zu immer höheren Beanspruchungen. Der Induktionsfluß je Pol wird seit einer Reihe von Jahren nicht mehr gesteigert, da die transformatorisch in den kurzgeschlossenen Windungen induzierte Spannung, die beim Anfahren in voller Größe auftritt, nicht gern größer als 3 V für die R.E.B.-Stundenleistung gewählt wird. So bleibt nur der Weg offen, den Ankerstrombelag und die Umfangsgeschwindigkeit von Anker und Stromwender zu steigern. Dabei ergeben sich immer schwierigere mechanische und elektrische Bedingungen für die Stromwendung, die den Prüffeldingenieur zwingen, die Stromwendung eingehender zu untersuchen.

Mit Hilfe eines einfachen Stromdiagrammes kann man den Zusammenhang zwischen Stromverteilung und dem Scheinwiderstand im Nebenschlußkreis zur Wendepolwicklung leicht übersehen. An Stelle des bisher üblichen Stromkreises mit veränderlichem Wirkwiderstand im Nebenschlußkreis zur Wendepolwicklung treten zwei Kreisscharen, und zwar die Stromkreise K_X mit konstantem, aber beliebigem Blind- und veränderlichem Wirkwiderstand im Nebenschlußkreis und die Stromkreise K_R mit konstantem aber beliebigem Wirk- und veränderlichem Blindwiderstand. Die Formeln für die Mittelpunktvektoren dieser Kreise und die Bestimmung der Konstanten vervollständigen die Darstellung.

1 Anker
2 Kompensationswickl.
3 Wendepolwickl.
4 Erregerwickl.
5, 6 Hilfswickl.

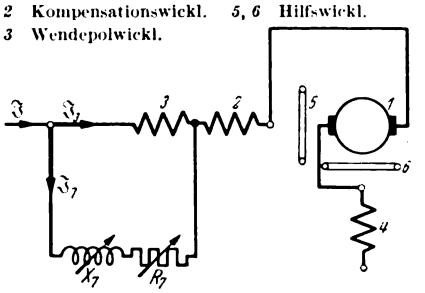


Abb. 1. Schaltung des Einphasenbahnmotors.

Digitized by Google

I. Stromdiagramm.

Sinusförmiger Verlauf der Spannungen und Ströme wird angenommen, eine Annahme, die für neuzeitliche Einphasenbahnmotoren im Bereich der Stunden- und Dauerleistungen durchaus zulässig ist. Die Eisenverluste werden vernachlässigt.

Abb. 1 zeigt die Schaltung eines Einphasen-Reihenschlußmotors mit einem beliebigen Scheinwiderstand im Nebenschlußkreis zur Wendepolwicklung. Es ist:

$\mathfrak{J}$ Maschinenstrom,
$\mathfrak{J}_3$ Strom in der Wendepolwicklung,
$\mathfrak{J}_7$ Strom im Nebenschlußkreis zur Wendepolwicklung,
X_1 Gesamtblindwiderstand der Ankerwicklung,
X_2 Gesamtblindwiderstand der Kompensationswicklung,
X_3 Gesamtblindwiderstand der Wendepolwicklung,
$X_{13} = X_{31}$ Wechselblindwiderstand zwischen Anker- und Wendepolwicklung,
$X_{23} = X_{32}$ Wechselblindwiderstand zwischen Kompensations- und Wendepolwicklung,
$X_{43} = X_{34} = 0$ Wechselblindwiderstand zwischen Erregerwicklung und Wendepolwicklung,
X_{15} Wechselblindwiderstand zwischen Anker- und Hilfswicklung 5,
X_{25} Wechselblindwiderstand zwischen Kompensations- und Hilfswicklung 5,
X_{35} Wechselblindwiderstand zwischen Wendepol- und Hilfswicklung 5,
X_7 Blindwiderstand des Nebenschlußkreises,
R_3 Wirkwiderstand der Wendepolwicklung,
R_7 Wirkwiderstand des Nebenschlußkreises.

Mit den in Abb. 1 angegebenen positiven Richtungen für die Ströme ist der Strom im Nebenschlußkreis:

$$\mathfrak{J}_7 = \mathfrak{J}\,\frac{R_3 + \mathrm{j}\,(X_3 + X_{23} - X_{13})}{R_3 + R_7 + \mathrm{j}\,(X_3 + X_7)}\,. \tag{1}$$

Wir setzen zur Abkürzung $X_3 + X_{23} - X_{13} = X_I$, dann ist

$$\mathfrak{J}_7 = \mathfrak{J}\,\frac{R_3 + \mathrm{j}\,X_I}{R_3 + R_7 + \mathrm{j}\,(X_3 + X_7)}\,. \tag{2}$$

a) Stromkreis K_X bei konstantem X_7.

Bei gegebenen Maschinenkonstanten R_3, X_3, X_I und gegebenem Maschinenstrom $\mathfrak{J}$ ist für konstantes X_7 und veränderliches R_7 der geometrische Ort für den Endpunkt des Stromvektors $\mathfrak{J}_7$ ein Kreis.

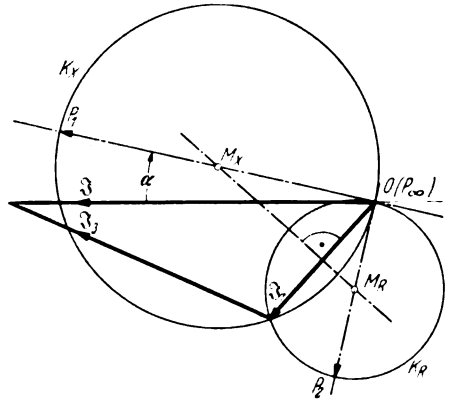


Abb. 2. Stromdiagramm.

Der Stromvektor $\mathfrak{J}_7$ erreicht seinen Größtwert für $R_7 = -R_3$, es ist (siehe Abb. 2)

$$\overrightarrow{OP_1} = \underset{R_7 = -R_3}{\mathfrak{J}_7} = \mathfrak{J}\,\frac{X_I - \mathrm{j}\,R_3}{X_3 + X_7}\,. \tag{3}$$

Da nun für $R_7 = \infty$ $\overrightarrow{OP_\infty} = \mathfrak{J}_7 = 0$ ist, so fällt der Kreispunkt P_∞ mit dem Koordinatenursprung 0 zusammen, und es ist $\overline{OP_1} = \overline{P_\infty P_1}$ der Durchmesser des gesuchten Kreises K_X. Der Winkel α, den der Vektor $\overrightarrow{P_\infty P_1}$ mit dem Stromvektor $\mathfrak{J}$ einschließt, ergibt sich aus:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{-R_3}{X_I}\,. \tag{4}$$

α ist also unabhängig von dem Scheinwiderstand des Nebenschlußkreises. Daher liegen die Mittelpunkte M_X aller Kreise K_X bei gegebenem X_7 auf der Geraden $P_\infty P_1$ und es ist

$$\overline{P_\infty M_X} = \frac{I}{2}\,\frac{\sqrt{R_3^2 + X_I^2}}{X_3 + X_7}\,. \tag{5}$$

b) Stromkreis K_R bei konstantem R_7.

In gleicher Weise erhält man bei konstantem Widerstand im Nebenschlußkreis R_7 für veränderliches X_7 den Stromkreis K_R mit dem Mittelpunkt M_R. Der Strom $\mathfrak{J}_7$ erreicht seinen Größtwert für $X_7 = -X_3$. Es ist:

$$\overrightarrow{P_\infty P_2} = \underset{X_7 = -X_3}{\mathfrak{J}_7} = \mathfrak{J}\,\frac{R_3 + \mathrm{j}\,X_I}{R_3 + R_7} \tag{6}$$

$$\overline{P_\infty M_R} = \frac{I}{2}\,\frac{\sqrt{R_3^2 + X_I^2}}{R_3 + R_7}\,, \tag{7}$$

wobei $\overrightarrow{P_\infty P_2}$ gegenüber $\overrightarrow{P_\infty P_1}$ um 90° elektrisch voreilt.

c) Sonderfall: Übergang der Stromkreise in eine Gerade.

Wie man aus den Gl. (2) und (3) erkennt, ist die Gerade $P_\infty M_X P_1$ auch die Ortskurve des Stromes für $R_7 = -R_3$ bei beliebigem X_7, d. h. der Kreis K_R geht für $R_7 = -R_3$ in die Gerade $P_\infty P_1$ über.

Ebenso ist die Gerade $P_\infty M_R P_2$ die Ortskurve des Stromes für $X_7 = -X_3$ bei beliebigem R_7, d. h. der Kreis K_X geht für $X_7 = -X_3$ in die Gerade $P_\infty P_2$ über [vergleiche Gl. (2) und (6)][1]).

II. Die Konstanten und das Wendefeld.

Zur Bestimmung der Konstanten speist man Anker-, Kompensations- und Wendepolwicklung in Reihe bei geöffnetem Nebenschlußkreis zur Wendepolwicklung ($\mathfrak{J}_3 = \mathfrak{J}$). Für einen beliebigen Strom $\mathfrak{J}$ ist dann die Spannung an der Wendepolwicklung:

$$\mathfrak{U}_3 = -\,[R_3 + \mathrm{j}\,(X_3 + X_{23} = X_{13})]\,\mathfrak{J} = -\,(R_3 + \mathrm{j}\,X_I)\,\mathfrak{J}. \tag{8}$$

Wenn man noch die der Wendepolwicklung zugeführte Wirkleistung mißt, lassen sich die Konstanten R_3 und X_I bestimmen. Ebenso findet man X_3, wenn man die Wendepolwicklung allein speist.

Nun interessiert noch die Größe und Phasenlage des Wendefeldes. Im Schrifttum wird vielfach vorausgesetzt, daß das Wendefeld in Phase mit dem Wendepolstrom ist. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn die Durchflutung der Kompensationswicklung die Durchflutung der Ankerwicklung so kompensiert, daß das von den beiden Wicklungen erregte, in den Anker eintretende Feld verschwindet. Im allgemeinen ist dies nicht der Fall, sondern man mißt, wenn man Ankerwicklung und Kompensationswicklung in Reihe speist, an einer um den Wendepolschuh nahe am Luftspalt angebrachten Hilfsspule 5 eine Spannung:

$$\mathfrak{U}_5 = -\,\mathrm{j}\,(X_{25} - X_{15})\,\mathfrak{J}\,. \tag{9}$$

[1]) Der hier erforderliche kapazitive Blindwiderstand wird erreicht durch Kondensatoren, die über einen Stromtransformator in den Nebenschlußkreis eingeschaltet werden.

Digitized by Google

Wenn die Spannung $\mathfrak{U}_5$ nicht verschwindet, dann ist das Ankerfeld nur unvollkommen kompensiert. Um den Einfluß der unvollkommenen Kompensation auf die Größe des Wendefeldes im Stromdiagramm darzustellen, ist der Wendepolstrom zu bestimmen, der ein Feld erzeugt, das gleich dem resultierenden Feld von Kompensations- und Ankerwicklung bei gegebenem Ankerstrom ist.

Wenn bei Speisung der Wendepolwicklung allein in der Hilfsspule *5* eine Spannung

$$\mathfrak{U}_5 = -\mathrm{j}\,(X_{35}\,\mathfrak{I}_3) \tag{10}$$

gemessen wird, ergibt sich aus Gl. (9) und (10) der gesuchte Wendepolstrom[2]) zu

$$\mathfrak{I}_{3K} = \frac{X_{25} - X_{15}}{X_{35}}\,\mathfrak{I}. \tag{11}$$

Der Wendepolstrom $\mathfrak{I}_{3K}$ erregt also dasselbe mittlere Feld, das bei dem Strom $\mathfrak{I}$ Anker- und Kompensationswicklung gemeinsam erregt. Er ersetzt also im Maßstab des Wendepolstromes im Diagramm die Wirkung von Anker- und Kompensationswicklung.

In Abb. 3 sind die Gl. (9) und (10) graphisch dargestellt. Der einem beliebigen Maschinenstrom $\mathfrak{I}$ zugeordnete Wert $\mathfrak{I}_{3K}$ kann hier unmittelbar abgelesen werden. Diese graphische Ermittlung ist auch für gekrümmte magnetische Kennlinien streng richtig.

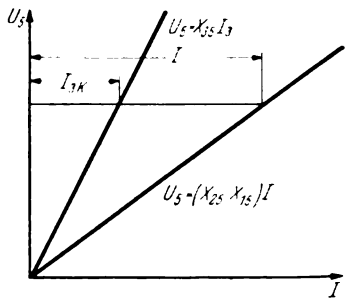


Abb. 3. Anteil von Anker- und Kompensationswicklung an der Erregung des Wendefeldes.

[2]) K. Krauß, Kommutierung an Einphasen-Reihenschlußmotoren, ETZ 46 (1925) S. 1803. Krauß gibt ein Verfahren an, nach dem dieser Wendepolstrom ohne Hilfsspule ermittelt wird. Das führt jedoch bei großen Wendepolstreuungen zu erheblichen Fehlern.

In Abb. 4 ist noch einmal das Stromdiagramm aufgezeichnet. Es ist

$$\overrightarrow{P_\infty A} = \mathfrak{I},\quad \overrightarrow{P_\infty P} = \mathfrak{I}_7,\quad \overrightarrow{PA} = \mathfrak{I}_3 \text{ und } \overrightarrow{AB} = \mathfrak{I}_{3K}.$$

Da vorausgesetzt ist, daß die Kompensationswicklung schwächer ist als die Ankerwicklung, dient ein Teil des Wendepolstromes $\mathfrak{I}_3$ zur Ergänzung der Kompensation, und $\overrightarrow{PB} = \mathfrak{I}_\mu$ stellt nach Größe und Phasenlage die Erregung des Wendefeldes dar. Eine vom Wendefeld induzierte mittlere Rotationsspannung ergibt sich, wenn man das Feld am Wendepol-Luftspalt durch ein gleich großes Rechteckfeld von der Breite b_{Wi} ersetzt. Es ist dann die in w kurzgeschlossenen Ankerwindungen vom Wendefeld induzierte mittlere Rotationsspannung:

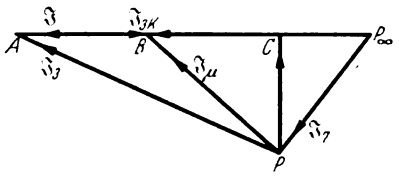


Abb. 4. Stromdiagramm und Magnetisierungsstrom.

$$\mathfrak{U}_{\mathrm{Rot.}} = \frac{D}{b_{Wi}}\,\frac{n}{f}\,\frac{w}{w_5}\,X_{35}\,\mathfrak{I}_\mu, \tag{12}$$

wobei D den Ankerdurchmesser, b_{Wi} die ideelle Wendepolbreite, n die Zahl der U/s, f die Frequenz in Hertz bedeuten.

Die Wendepolkomponente $\overrightarrow{CB}$ dient zur Erzielung der richtigen Stromwendung. Die Wendepolkomponente $\overrightarrow{PC}$ dient zur Aufhebung der vom Hauptfeld in den kurzgeschlossenen Ankerwindungen induzierten Transformatorspannung, die Stromkomponente des Wendepolstromes $\overrightarrow{CA}$, die zur Ergänzung der Kompensation und zur Erzielung der richtigen Stromwendung notwendig ist, kann durch einen Vorversuch mit Gleichstrom angenähert ermittelt werden. Die Komponente $\overrightarrow{PC}$ kann berechnet oder ebenfalls durch einen Vorversuch bestimmt werden.

Über Gleichrichteranlagen mit geringem Spannungsabfall.

Von **H. Anschütz** VDE, Berlin.

621. 314. 6. 015. 1

Übersicht. Die Verteilung des Spannungsabfalles einer Gleichrichteranlage auf die einzelnen Elemente der Schaltung wird erörtert. Wege werden angegeben, durch geeignete Bemessung, insbesondere der Gleichrichtergefäße und der Umspanner, die Abfälle klein zu halten. Schließlich soll die Anwendung an Hand einer in dieser Weise ausgeführten Gleichrichteranlage kurz gezeigt werden.

Beim Betrieb eines Verbrauchernetzes mit Gleichrichtern wird meist die Forderung gestellt, daß die Gleichspannung nur geringe Schwankungen aufweist, wenn sich die Belastung ändert. Dadurch wird für die angeschlossenen Nebenschlußmotoren ein zusätzlicher Spannungsabfall praktisch vermieden. Dies ist besonders von Wichtigkeit, wenn die Motoren mit hohem Drehmoment anlaufen müssen; die Drehmomente sind bei Vernachlässigung der Sättigung etwa proportional dem Quadrat der Gleichspannung. Ebenso würde bei starker Spannungsnachgiebigkeit die Heizleistung von Elektrowärmeanlagen quadratisch schwanken. Vor allem aber sind Beleuchtungsanlagen gegen Spannungsschwankungen sehr empfindlich. Schon eine geringe Herabsetzung der Gleichspannung führt hier zu einer erheblichen Verminderung des Lichtstromes. In Anlagen mit gemischter Belastung können also die Anlauf- oder Laststöße von Motoren ein lästiges Zucken des Lichts verursachen.

In Anlagen mit stark und rasch veränderlicher Last sind daher Maßnahmen zu treffen, um den Spannungsabfall an den Sammelschienen zu begrenzen. Eine regelrechte Gleichhaltung oder gar eine Spannungsüberhöhung (Überkompoundierung) ist aber dabei vielfach nicht erforderlich, zumal wenn die Verteilungsleitungen nicht zu weitläufig oder zu knapp bemessen sind. Es genügt somit oft, die Neigung der Belastungskennlinie zwischen kleinster und höchster Belastung in den zulässigen Grenzen zu halten.

Solche Forderungen lassen sich ohne Einbau einer Regeleinrichtung allein durch geeignete Bemessung der einzelnen Teile der Stromrichteranlage erfüllen.

Der gesamte Gleichspannungsabfall setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

Digitized by Google

1. Lichtbogenabfall.

Sein Verlauf ist gegeben durch die Lichtbogenkennlinie. Bestimmend sind dabei einerseits die Abmessungen der Entladungsstrecke, anderseits Druck und Temperatur des Quecksilberdampfes. Neigungssinn und -wechsel sind abhängig weiter von der bezogenen Belastung der gewählten Baugröße und von der Anzahl der gleichzeitig brennenden Anoden (Abb. 1). Bei hoher Ausnutzung, wie

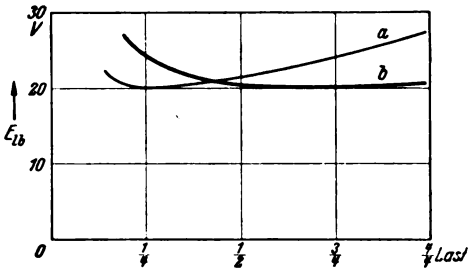


Abb. 1. Grundsätzlicher Verlauf des Lichtbogenabfalls E_{lb} bei verschiedener Gefäßausnutzung.

bei Eisengefäßen üblich, liegt die niedrigste Lichtbogenspannung in der Nähe des Leerlaufs, etwa bei ¼ Last (Kurve *a*). Wird die volle Belastung der betreffenden Bauart nicht so hoch angesetzt, so rückt das Minimum nach ½ Last und höher, so daß man schließlich zwischen kleinster und Nennlast statt des erwarteten Anstiegs des Spannungsabfalls sogar einen Rückgang bekommen kann (Abb. 1, Kurve *b*).

Für ein gegebenes Gefäß kann also angenähert gesetzt werden:

$$E_{lb} = a + b\, f\,(I_{gl_m}), \tag{1}$$

worin a den unveränderlichen Anteil des Lichtbogenabfalls bezeichnet, b die Zu- bzw. Abnahme zwischen kleinster Last und Vollast. In dem interessierenden Bereich kann die Gleichung im allgemeinen mit ausreichender Genauigkeit für den vorliegenden Zweck benutzt werden. Die volle Änderung des Spannungsabfalles beträgt dabei von einigen Volt bis zu 10 V und mehr.

2. Ohmscher Spannungsabfall.

Hierzu sind alle ohmschen Verluste zu rechnen, die von der Gleichstrombelastung abhängen:

Verlust in der Drehstromzuleitung N_L, wobei bekanntlich angenähert der ohmsche Spannungsabfall des Wirkstromes der Primärseite $I_1 \cos\varphi_1$ eingesetzt wird; dies gilt natürlich nur, falls außer der Gleichrichteranlage nicht noch andere Verbraucher an diese Leitung angeschlossen sind,
Zwischenumspanner N_{ZU},
Gleichrichterumspanner N_T,
Anodendrosseln bzw. Stromteiler N_A,
Verbindungsleitungen N_V,
Kathodendrosseln N_K.

Mit I_{gl_m} für den Mittelwert des Gleichstromes hat man also

$$E_R = \frac{N_L + N_{ZU} + N_T + N_A + N_V + N_K}{I_{gl_m}}. \tag{2}$$

3. Induktiver Abfall durch den Primärstrom.

Es sei:

U_1 primäre verkettete Drehstromspannung,
I_1 primärer Phasenstrom,
φ_1 primärer Phasenwinkel der Grundwelle,
x_1 Gesamtblindwiderstand von Leitung, Zwischenumspannern, Schutzdrosseln usw.,
$E_{gl_{m_0}}$ Leerlaufspannung des Gleichrichters.

Dann ist:

$$E_{r_1} \approx \frac{E_{gl_{m_0}}}{U_1}\, I_1\, x_1 \sqrt{3}\, \sin\varphi_1, \tag{3}$$

bezogen auf die Gleichspannung.

4. Induktiver Spannungsabfall durch den Gleichstrom.

Beim Übergang des Lichtbogens von einer Gleichrichterphase zur nächsten hat man einen Stromwendevorgang wie bei einer Gleichstrommaschine. Vorübergehend führen beide Phasen Strom, für den Belastungskreis ergibt sich der Mittelwert der beiden Anodenspannungen. Man bekommt also einen regelrechten Spannungsabfall auf der Gleichstromseite durch die vorgeschalteten Blindwiderstände. Darin sind alle Induktivitäten vor den Gleichrichtern einzusetzen, also auch die auf der Primärseite; in erster Annäherung werden sie voll addiert. Man hat:

$$E_{x_2} = E_{gl_{m_0}}\, k\,(u_k + u_A + u_V)\, \frac{I_{gl_m}}{I_{gl_{m_0}}}, \tag{4}$$

worin:

u_k Kurzschlußstreuspannung des Gleichrichtertransformators in Prozent,
u_A Streuspannung der Anodendrossel,
u_V Streuspannung der Verbindungsleitungen und der primären Zuleitung,
$I_{gl_{m_0}}$ Nennstrom, auf den diese Streuspannungen bezogen sind,
k Zahlenwert für das Verhältnis des induktiven Gleichspannungsabfalls zur Blindwiderstandsspannung (abhängig von der Transformatorschaltung, siehe unten).

Insgesamt ist also der Spannungsabfall:

$$E = E_{lb} + E_R + E_{x_1} + E_{x_2}, \tag{5}$$

wovon meist nur die Änderung zwischen kleinster und höchster Last von Belang ist.

Die nähere Betrachtung dieser Gleichungen zeigt, in welcher Weise Maßnahmen bei den einzelnen Teilen einer Gleichrichteranlage zu einer Begrenzung des Spannungsabfalles beitragen können. Der Lichtbogenabfall läßt sich durch niedrige Anodenbelastung begrenzen. Dies führt zu größeren Gefäßabmessungen bzw. zu einer größeren Anzahl von Gefäßen. Dabei steigen aber die Anlagekosten entsprechend an, so daß man die Gefäßbelastung nur in begrenztem Ausmaß einschränken kann. Bei Glasgleichrichtern wird man gelegentlich sogar noch einen negativen Neigungssinn der Kennlinie mit wirtschaftlichen Mitteln erreichen können. Die zusätzlichen Kosten erhöhen sich weniger, wenn man die Herabsetzung der Anodenbelastung durch einen Parallelbetrieb von zwei oder mehr verschiedenphasigen Anoden erreicht. Es sind hierfür besondere Transformatorschaltungen zu verwenden, die den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Sekundärphasen dadurch erzwingen, daß deren Anodenspannungen auf einen gemeinsamen mittleren Kurvenzug umgeformt werden. Die Drehstromspannungsabfälle im Zuleitungssystem lassen sich mit bekannten Mitteln verringern oder auch ganz ausgleichen. Wenn man Leitung und Zwischenumspanner nicht reichlicher bemessen will, so können Phasenschieber, Kondensatoren oder Regeltransformatoren benutzt werden. Der induktive Spannungsabfall auf der Gleichstromseite durch die Blindwiderstände des Zuleitungssystems wird jedoch dadurch nicht geändert. Die Anodendrosseln können vielfach eingespart werden, wenn nicht mehrere Gleichrichtergefäße an einem gemeinsamen Transformator angeschlossen sind. Schließlich ist zu überlegen, wieweit man den Gleichrichtertransformator selbst mit geringeren Verlusten und Streuspannungen ausführen kann. Die prozentuale Kurzschlußspannung geht bei gegebenem Wicklungsaufbau und einheitlicher Eingangsspannung mit zunehmender Leistung nur langsam zurück.

Digitized by Google

Der prozentuale ohmsche Spannungsabfall sinkt etwas rascher, entsprechend der Verbesserung des Wirkungsgrads bei größeren Einheiten. In erster Annäherung können beide Spannungsabfälle unveränderlich angenommen werden. Dann ist der relative Spannungsabfall im Transformator insgesamt:

$$u_T = (k\,u_k + u_r)\,\frac{1}{n}, \qquad (6)$$

worin

u_k prozentuale Kurzschluß-Streuspannung,

u_r der ohmsche Spannungsabfall, beide bei Nennleistung N_n,

N_b die Belastung und

$n = \frac{N_n}{N_b}$ die Überbemessung des Transformators ist.

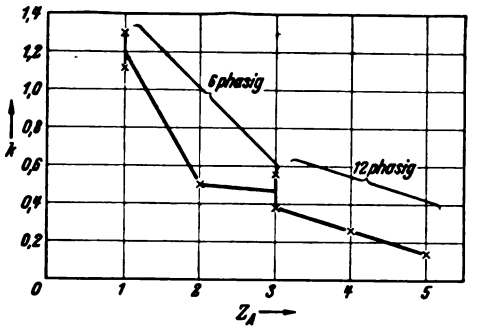
Wenn aber der Spannungsabfall bis zu einer gewissen Überlast N_b' vorgeschrieben wird, so ist zu setzen:

$$n = \frac{N_n}{N_b'} = \frac{N_n}{\ddot{u}\,N_v}, \qquad (7)$$

wo $\ddot{u}$ die Überbelastung gegenüber Vollast N_v ist. Dann ist die erforderliche Vergrößerung der Transformatornennleistung gegeben durch

$$n' = \ddot{u} \cdot n = \frac{N_n}{N_v}. \qquad (8)$$

Der Beiwert k ist abhängig von der Phasenzahl und von der Transformatorenschaltung des Gleichrichterbetriebes. Zahlentafel 1 gibt eine Übersicht der üblichen Schaltungen für 3, 6 und 12 Phasen; Abb. 2 zeigt dazu eine kurvenmäßige Darstellung, um den Rückgang des Beiwertes von über 1 auf 0,26 und weniger zu veranschaulichen. Die Zahl der gleichzeitig brennenden Anoden Z_A interessiert hier mit Rücksicht auf den Lichtbogenabfall.



Z_A Zahl der gleichzeitig brennenden Anoden

Abb. 2. Beiwert des induktiven Spannungsabfalls der Gleichstromseite k für die üblichen Sechs- und Zwölfphasenschaltungen.

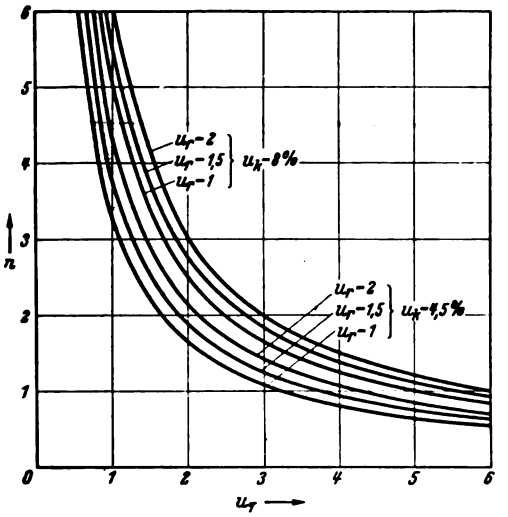
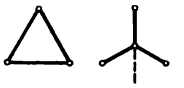
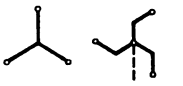
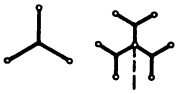
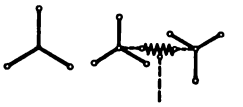
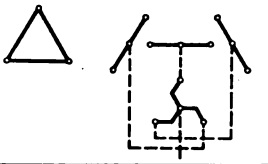
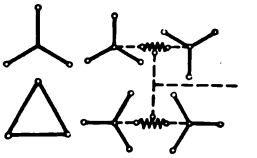
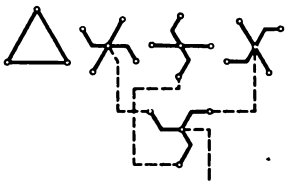
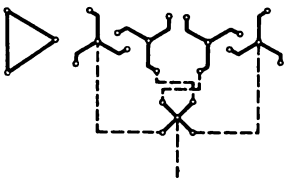


Abb. 3. Überbemessung des Transformators n zur Einhaltung eines relativen Spannungsabfalls u_T bei gegebenen Werten von Kurzschlußspannung u_k und ohmschem Spannungsabfall u_r.

Zahlentafel I.

Beiwert des induktiven Spannungsabfalls der Gleichstromseite für die üblichen Mehrphasenschaltungen.

Nr.	Phasenzahl	Schaltung	Z_A	k
1	3		1	0,87
2			1	0,87
3	6		1	1,12 ··· 1,31
4			2	0,5
5			3	0,38 ··· 0,56
6	12		4	0,26
7			3	0,38
8			4	0,26

Für einige gebräuchliche Werte zeigt Abb. 3 die Auswertung von Gl. (6), und zwar für

$$u_k = 4{,}5 \text{ und } 8\,\%$$

und

$$u_r = 1,\ 1{,}5\ \ 2\,\% \text{ bei } k = 0{,}5.$$

Bei einer Kurzschlußspannung von 6 % und einem ohmschen Spannungsabfall von 1 % ergibt sich für einen zulässigen Gesamtabfall im Transformator von 2 % der Wert $n = 2$, d. h. der Transformator wäre um 100 % gegenüber der Vollast zu vergrößern. Soll aber der Spannungsabfall von 2 % bis $^5/_4$ Last nicht überschritten werden, so ist die erforderliche Vergrößerung 150 %. Diese Überbemessung bezieht sich natürlich nur auf den aktiven Teil. Da die Verluste aber in ihrer Höhe im Gleichrichterbetrieb nur der tatsächlichen Belastung entsprechen, so sind Ölkessel und Kühlflächen nicht im gleichen Maß zu

Digitized by Google

vergrößern. Dementsprechend steigen die Anlagekosten wesentlich langsamer als die Vergrößerung der Transformatornennleistung.

Natürlich kann man auch durch ein stufenweises Zuschalten von Gleichrichtergruppen den Spannungsabfall eingrenzen.

Als ausgeführtes Beispiel sei die Stromrichteranlage für einen Hafenbetrieb näher erläutert. Die Energie wird mit 20 kV über eine verhältnismäßig schwach bemessene Freileitung zugeführt. In der Gleichrichterstation hält ein Phasenschieber die Eingangsspannung selbsttätig auf konstantem Effektivwert; der Drehstromspannungsabfall auf der Zuleitung wird also ausgeglichen. Zeitweilig ist noch eine Kondensatorenbatterie von 900 kVA eingeschaltet. Die Gleichstrombelastung schwankt stoßweise in weiten Grenzen; der Effektivwert beträgt 1450 A, die Stöße gehen gelegentlich kurzzeitig bis zu 3800 A. Es wird verlangt, daß die Gleichspannung zwischen Leerlauf und doppelter Last von 2800 A, ausgehend von 620 V, nicht unter 560 V absinkt. Eine Toleranz wurde hierauf nicht gewährt; jedoch sind in dem zulässigen Spannungsabfall von 60 V nur Freileitung, Gleichrichtertransformator und Lichtbogen einbegriffen, nicht aber die Verbindungsleitungen.

Die Änderung des Lichtbogenabfalls zwischen Leerlauf und Überlast beträgt 1,62 %, bezogen auf die Leerlaufgleichspannung. Zulässig sind 9,36 %, für Freileitung und Transformator bleiben also 7,74 %.

Es mußte also eine Schaltung gewählt werden, die mit einem niedrigen Beiwert k arbeitet. Man entschloß sich für einen zwölfphasigen Transformator mit dreiphasiger Saugdrossel, wobei der Beiwert $k = 0{,}38$ ist. Der Gleichspannungsabfall durch den Freileitungsblindwiderstand geht dann auf 3,2 % zurück (Phasenschieber parallel geschaltet, jedoch ohne Kondensatoren). Für die Effektivlast der Anlage würde ein üblicher Transformator etwa haben:

$$u_k = 4{,}5\,\%,\ u_r = 1{,}7\,\%.$$

Als Gesamtspannungsabfall für den Transformator bis zur doppelten Überlast bleibt aber nur 4,54 % als zulässig übrig. Gl. (7) ergibt $n = 0{,}75$. Da aber $\ddot{u} = 2$, so ist die tatsächliche Vergrößerung, bezogen auf effektive Nennlast, 1,5fach. Die Prüfergebnisse zeigten eine gute Einhaltung des vorgeschriebenen Spannungsabfalles.

In diesem Beispiel war der Anteil der Freileitung am Spannungsabfall verhältnismäßig hoch, was die Behandlung der Frage besonders anschaulich macht. Meist ist jedoch die Zuleitung für eine gegenüber der Gleichrichteranlage wesentlich höhere Leistung bemessen, so daß der Einfluß der Freileitungswiderstände vernachlässigbar ist. Es kommt also im allgemeinen mehr darauf an, die Spannungsabfälle in Stromrichtgefäß und Transformator klein zu halten.

Zur Wahl steht natürlich jeweils auch die Verwendung einer selbsttätigen Regeleinrichtung. Man wird meist nach der Höhe der Anlagekosten entscheiden. Bei kleinen Leistungen ist eine Regeleinrichtung mit Zubehör vergleichsweise teuer, dies um so mehr, wenn gleichzeitig nur mäßige Gleichspannungen benutzt werden. Dann ist das Verhältnis von Transformatorpreis zu Gleichrichterpreis niedrig, so daß eine Vergrößerung des Transformators günstiger ist als der Einbau einer Regeleinrichtung. Bei großen Anlagen dagegen kommen die beschriebenen Maßnahmen nicht in Frage, da dann eine Überbemessung der Transformatoren unverhältnismäßig teuer wird; dagegen ist der Aufwand für eine gemeinsame Regeleinrichtung hier nur geringfügig.

In manchen Fällen läßt sich die zulässige Neigung der Belastungskennlinie von vornherein nicht sicher angeben. Vielfach muß man auch mit einer späteren Änderung der Lastverteilung im Verbrauchernetz rechnen. Dann empfiehlt es sich, beim Bau der Anlage schon Vorbereitungen zu treffen, um bei Bedarf am Gleichrichtertransformator noch eine Stufenregelung einführen zu können. Für einige Stufen mit mäßiger Stufenspannung wird man die zugehörigen Anzapfungen über Deckel führen. Daran läßt sich später bequem ein Luftlastwähler anschließen, der an der Wand der Transformatorzelle oder sonst in der Nähe leicht angebracht werden kann. Selbstverständlich muß bei allen Maßnahmen, die zur Einhaltung eines bestimmten Spannungsabfalls dienen sollen, beachtet werden, daß die Lastverteilung im Parallelbetrieb mit anderen Unterstationen oder Stromerzeugungsanlagen nicht gestört wird. Gegebenenfalls wird man auch dort eine geeignete Anpassung der Belastungskennlinien vornehmen müssen.

Zusammenfassung.

Zur Spannungshaltung im Netzbetrieb genügt bei Gleichrichtern vielfach die Begrenzung des Spannungsabfalls zwischen Leerlauf und Vollast auf einen für die Verbraucher noch zulässigen Wert. Neben einer reichlicheren Bemessung der Gleichrichtergefäße kommt dafür vor allem die Wahl eines größeren Transformators mit geeigneter Schaltung in Frage. An Hand eines Beispiels mit schwachbemessener Zuleitung wird dies näher veranschaulicht. Das beschriebene Verfahren ist nur bis zu einer gewissen Leistung wirtschaftlich. Bei großen Anlagen dagegen ist die Verwendung einer Regeleinrichtung günstiger. In Fällen, in denen man die Belastungsverhältnisse nicht ausreichend übersehen kann, ist es empfehlenswert, den nachträglichen Einbau einer Regeleinrichtung schon im voraus vorzusehen.

Aus dem Schrifttum:

1. H. Giroz, Der induktive Spannungsabfall des Quecksilberdampf-Gleichrichters, Rev. gén. Électr. 17 (1925) S. 253 u. 303; ETZ 47 (1926) S. 651.
2. A. Glaser u. K. Müller-Lübeck, Einführung in die Theorie der Stromrichter, S. 13/22, Lichtbogenabfall, S. 44, 72, 136, 174/203 induktiver Spannungsabfall. Berlin: Julius Springer 1935.
3. G. W. Müller, Quecksilberdampf-Glasgleichrichter, 2. Aufl., S. 34/36. Berlin: Verlagsanst. Norden 1927.

Kohledruckwiderstände.

Von **Fritz Hoffmann**, Berlin.

(Schluß von S. 1115.)

621. 316. 86

Eine zweite, allgemein zu berücksichtigende Tatsache ist die Wirkung des Eigengewichts der Kohleplättchen oder Ringe. Bei waagerechter Lagerung erzeugt es Reibung auf der Unterlage und gibt Anlaß zu dem hysteresisartigen Funktionsverlauf der Abhängigkeit des Hubes und Widerstandes vom Druck beim Zusammendrücken und Lösen der Kohlesäule. Bei manchen Anwendungsgebieten von Kohlewiderständen bedeutet dieses eine recht unangenehme Schwierigkeit, so z. B. bei Meßgeräten, wo jedem Druck nur ein bestimmter Hub und Widerstand entsprechen darf. Dort hilft man sich oft durch hohe Vorspannung oder dadurch, daß man die Kohlesäulen senkrecht stellt. Ein weiterer Vorteil der stehenden Säule ist das dauernde Vorhandensein eines gewissen Druckes durch das Eigengewicht der Säule, womit gute Kontakte der Plättchen oder Ringe gegeben sind. Wäh-

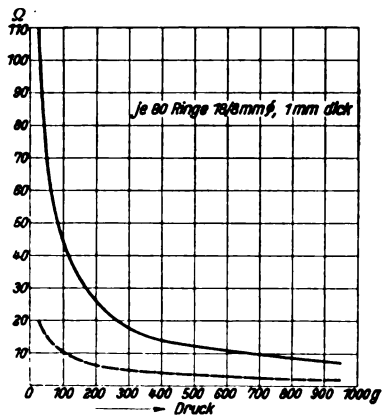
Digitized by Google

rend aber bei waagerechter Lage der Kohlesäule der Kontakt von Plättchen zu Plättchen gleich ist, zeigt die stehende Säule infolge des zum Druck zusätzlichen Gewichtes unten kleinere Übergangswiderstände als oben und damit ungleichmäßige elektrische Belastung. Dem wirkt man oft durch Federn oder kleine Gewichte entgegen. Außerdem sind auch der Gesamtwiderstand und der Regelbereich unter demselben Druck bei der stehenden Säule kleiner als bei der liegenden.

Im allgemeinen werden Plättchen von 0,3 bis zu 2 mm Dicke verwendet. Zur besseren Übersicht, und um für jeden Fall die Wahl geeigneter Kohleplättchen zu erleichtern, sollen hier, bei gegebenen Bedingungen, die dazu notwendigen Plättchen angegeben und diese Auswahl näher begründet werden:

Bedingungen	Auswahl der Plättchen
1. mechanische Beanspruchung	dicke Plättchen, da diese fester sind als dünne
2. kleiner Hub	dicke Plättchen, die ebener sind als dünne
3. geringe Druckänderung	dünne Plättchen sind elastischer und sprechen daher leichter an
4. großer Widerstand bei gegebener Säulenlänge	dünne Plättchen können in größerer Anzahl als dicke im gleichen Raum gelagert werden und in der Säule sind daher mehr Übergangswiderstände
5. großer Regelbereich	dünne Plättchen sind nicht so eben wie dicke und ergeben also bei kleinem Druck weniger gute Kontakte und damit höheren Widerstand, wegen größerer Elastizität lassen sie sich aber besser zusammendrücken und ergeben bei gleicher Druckzunahme größeren Widerstandsabfall
6. hohe elektrische Belastung	verlangt lediglich gute Wärmeableitung. Da fast immer nur die Mantelfläche der Kohlesäule gekühlt wird, muß diese möglichst groß sein. Die Dicke der Plättchen ist dabei unmaßgeblich.

Geht man bei gegebener Säulenlänge von wenigen dicken Plättchen zu vielen dünnen über, erhöht sich der Widerstand der Säule, allerdings nicht proportional mit der Anzahl der Plättchen, da die dünneren Plättchen besser durchfedern und bei gleichem Druck größere oder mehr Kontaktflächen bilden. Verringert man z. B. die Dicke der Plättchen auf die Hälfte, so steigt bei gleicher Säulenlänge die Anzahl der Plättchen um 100 %, ihr Widerstand aber nur um etwa 50 %. Eine wesentliche Rolle spielt natürlich auch der Rohstoff der Kohleplättchen. Ist er amorph, so sind die Übergangswiderstände größer als bei graphitischem Werkstoff, so daß Säulen aus der gleichen Anzahl gleichgroßer Plättchen im ersten Fall hohen, im zweiten Fall niedrigen Gesamtwiderstand haben (Abb. 7).



Kohle
Widerstandsänderung 110 bis 6,7 Ω
Regelbereich 1 : 16,5
Graphit
Widerstandsänderung 20 bis 1,6 Ω
Regelbereich 1 : 12,5

Abb. 7. Kohledruckwiderstände aus verschiedenen Rohstoffen.

Weiter ist noch die Größe der Plättchen bei der Auswahl zu beachten. Bestimmend hierfür sind hauptsächlich die elektrische Belastung und der zur Verfügung stehende Raum. Muß in den Widerständen eine große Leistung vernichtet werden, so muß man auch viel Kohle zur Verfügung haben. Ob das bei gegebenem Widerstand wenige große Plättchen mit geringer elektrischer Leitfähigkeit oder viele kleine mit besserer Leitfähigkeit sind, ist ganz gleich. Die Hauptsache ist, daß genügend Oberfläche zur Ableitung der Wärme vorhanden ist.

Da bei elektrischer Belastung der Plättchen die Oberfläche, die zur Kühlung zur Verfügung steht, eine große Rolle spielt, kann man auch nur schwer Grenzen für die Belastung je cm² der Oberfläche angeben. Im allgemeinen kann man Säulen aus vollen Plättchen mit 0,6 bis 0,8 W/cm² Mantelfläche belasten. Verwendet man Ringe in senkrechter Anordnung, so kann durch Schornsteinwirkung die Kühlung stärker und damit die Belastung größer sein. Die Temperatur amorpher Plättchen oder Ringe darf im allgemeinen 350 ° C nicht übersteigen, weil es sonst zu Verbrennungserscheinungen kommt. Bei elektrographitierten Plättchen oder Ringen erhöht sich diese Temperaturgrenze um etwa 150 °.

Ein Wort soll noch über die Lebensdauer der Plättchen gesagt werden. Belastet man die Plättchen in den gegebenen Grenzen und sorgt dafür, daß sie mechanisch nicht zerstört werden, so ist die Lebensdauer außerordentlich groß. Auch tritt unter diesen Umständen praktisch keine Änderung der spezifischen Werte der Kohlesäulen ein. Zur Prüfung wurden Kohleplättchen, wie sie für Nähmaschinenregler verwandt werden, Dauerversuchen unterzogen. Hierbei wurden sie mit der höchstzulässigen Leistung belastet und mit einer Unterbrechung von 30 min alle 24 Std. mehrere Wochen unter Vollast gehalten, ohne daß sich praktisch bedeutsame Änderungen gezeigt hätten.

c) Kohlefernmesser.

Das in Abb. 8 dargestellte Meßgerät, bei dem der Übergangswiderstand aneinandergereihter Kohleringe wirksam ist, ist besonders geeignet, rasch verlaufende

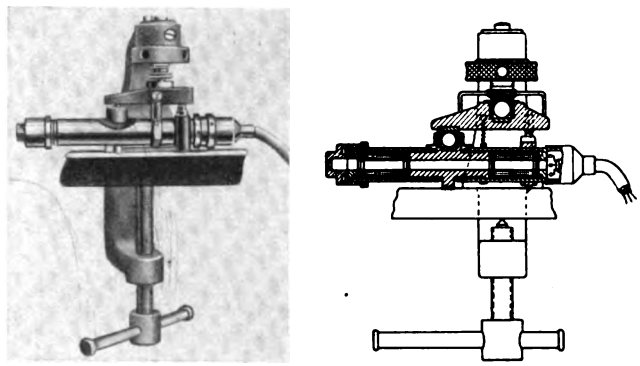


Abb. 8. Elektrischer Kohlefernmesser zur Messung von Dehnungen, Schwingungen, Beschleunigungen und Drücken.

dynamische Dehnungsänderungen und Schwingungen an Brücken, Kranen und anderen Eisen-, Beton- und Steinbauten sowie Maschinenteilen, Tragprofilen von Flugzeugen und Schiffen unter den tatsächlich auftretenden Beanspruchungen zu messen. Die Dehnungen, Längenänderungen, Schwingungen usw. des zu untersuchenden Stoffes werden umgesetzt in Druckänderungen, die wiederum eine Änderung des elektrischen Widerstandes der Kohlesäule bewirken. Das Gerät besteht aus einem Stahlrohr, in dem zwei Kohleringsäulen angeordnet sind. Diese werden durch zwei Druckstücke, von denen eines verstellbar ist, gegen ein Mittelstück gepreßt, das sich praktisch reibungsfrei im Gehäuse verschieben kann und mit einer Meßspitze durch eine Öffnung im Stahlrohr nach außen ragt. Dieser beweglichen Spitze stehen zwei starr mit dem Gehäuse verbundene Meßspitzen gegenüber. Durch eine besondere Vorrichtung — ein auf Kugeln gelagertes Zwischenjoch und einen Spannbügel — wird der Dehnungsmesser unter Eindrücken der Meßspitzen in das Material aufgespannt.

Die Kohlewiderstände bestehen aus je 70 Ringen von 25 mm Dmr. außen, 15 mm Dmr. innen und 0,4 mm Dicke. Sie sind als Zweige einer Wheatstoneschen Brückenschaltung eingebaut und stehen unter einer Vorspannung

Digitized by Google

von etwa 3 kg/cm². Hierdurch und durch die auftretenden großen Druckänderungen (bis zu 35 kg) wird die Reibung der Ringe auf ihrer Unterlage zu einem unwesentlichen Faktor. In der Bauart des Gerätes sind außerdem alle die Elemente, wie Gelenke, Zapfen- und Schneidenlager, die Reibungshemmungen und damit die früher besprochenen hysteresisartigen Erscheinungen hervorrufen können, sorgfältigst vermieden, so daß beim Zusammendrücken und Lösen der Säulen der gleichen Hubänderung auch die gleiche Widerstandsänderung entspricht. Die elektrischen und mechanischen Verhältnisse einer Ringsäule sind in Abb. 9 dargestellt. Der Arbeitsbereich der Säule liegt zwischen 700 und 250 Ω bei Druckänderung von 16 auf 46 kg. Da der Hub in gleicher Weise vom Druck abhängig ist wie der Widerstand, ist die Widerstandsänderung eine lineare Funktion des Hubes. Das bedeutet aber, daß bei Veränderung der einzelnen Widerstandszweige der Brückenschaltung die diese Veränderungen hervorrufenden Dehnungen den Galvanometerausschlägen vollkommen proportional sind. Meistens wird das Gerät in Verbindung mit einem Oszillographen gebraucht, der statt des Nullgalvanometers in die Wheatstonesche Brücke eingeschaltet wird und die Verschiebungen der Widerstandsverhältnisse und damit die Dehnungen am Meßstück

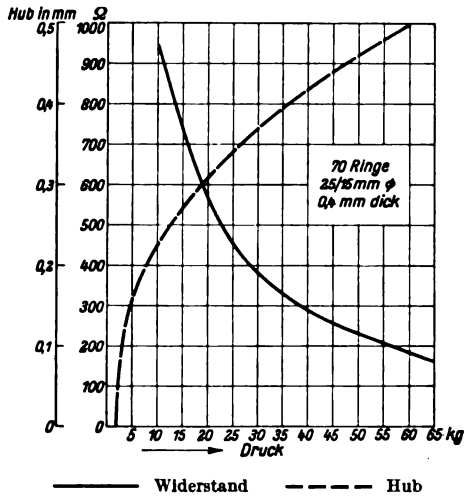


Abb. 9. Kohledruckwiderstand für Schwingungsmesser.

direkt aufzeichnet. Schwingungen bis zu 2000 Hz werden noch einwandfrei aufgezeichnet. Da im ganzen Gerät nur Meßspannungen und -ströme auftreten, können keine Störungen durch Spannung oder Belastung erscheinen.

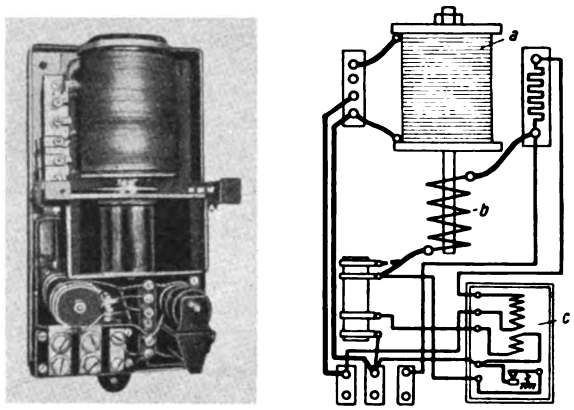
Allerdings tritt hier, besonders bei Kohlewiderständen für Meßzwecke bemerkbar, eine andere geringfügige Störung auf, die man als „Alterung" des Widerstandes bezeichnen könnte. Nach mehrmaligem Zusammendrücken mit hohem Druck verringert sich der Widerstand etwas dadurch, daß sich die Oberflächen der einzelnen Kohleringe oder Plättchen aneinander anpassen, gewissermaßen eintouchieren. Man beseitigt die Auswirkung dieser Erscheinung, indem man die Kohlesäulen vor dem Gebrauch mehrfach stark zusammendrückt oder unter starkem Druck rüttelt, bis nach kurzer Zeit konstante Widerstände vorhanden sind.

Zu ähnlichen Zwecken wie das beschriebene Meßgerät, besonders aber als Beschleunigungsmesser und zu Druckmessungen an fahrenden Lokomotiven, wurden Meßdosen mit Kohleplättchenwiderständen entwickelt, die nach ähnlichem Grundsatz wie der Kohlefernmesser arbeiten und als Zweige einer Wheatstoneschen Brücke geschaltet sind. Mit einer ähnlichen Meßdose wurde nach gleichem Verfahren auch die Walzarbeit vom Verein deutscher Eisenhüttenleute bestimmt[5]).

[5]) Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 766.

d) Selbsttätiger Spannungsregler mit Ringwiderständen.

Der von der Berliner Stadt- und Ringbahn eingeführte selbsttätige Spannungsregler für die Beleuchtung von der schwankenden Fahrleitungsspannung aus ist bereits an dieser Stelle beschrieben worden[6]). Ein anderer selbsttätiger Spannungsregler (Abb. 10), bei dem Kohleringe



a Kohleringsäule *b* Elektromagnet *c* Spannungsrelais

Abb. 10. Kohledruckregler für die Spannung der Lampennetze bei der DRB.

Verwendung finden, ist von einer Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung entwickelt worden. Er besteht aus einer Kohlesäule von 60 Ringen, 75/63 mm Dmr. und 1 mm Dicke, einem Elektromagneten und einem Spannungsrelais. Der grundsätzliche Unterschied dieses Gerätes zu den anderen bisher beschriebenen selbsttätigen Reglern besteht darin, daß hier die veränderliche Spannung an einem sogenannten Zitterrelais liegt, welches die Erregung der Magnetspule und damit den Druck auf die Kohlesäule steuert, während sonst die Spannungsschwankungen unmittelbar auf die Spule wirken. Aus diesem Grunde kann auch der Anker ohne Zwischenschaltung von Kniehebeln usw. unmittelbar auf die Kohlesäule drücken.

e) Weitere Beispiele aus der Praxis.

1. Regler für Lichtmaschinenerregung: 85 Ringe 18/8 mm Dmr., 0,5 mm dick. Bei Druckänderung von 25 g auf 1,5 kg Widerstandsänderung von 45 auf 1 Ω. Hub 3,5 mm.

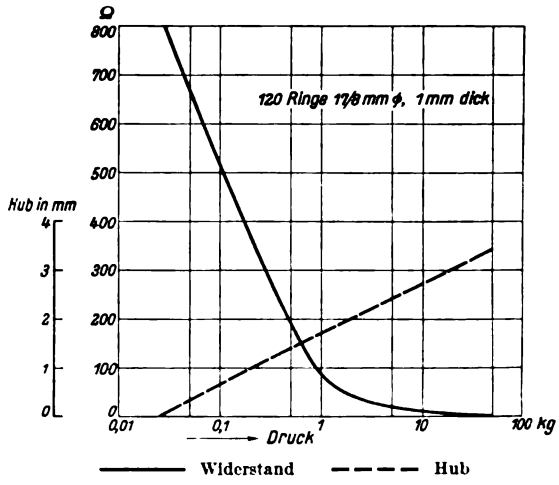


Abb. 11. Kohledruckwiderstand für großen Regelbereich.

2. Regelung von Batteriespannungen für Meßinstrumente. Ringe werden auch für Schwingungsmesser verwandt: 80 Ringe 17/8 mm Dmr., 1 mm dick. Bei Druck-

[6]) H. Grob, ETZ 51 (1930) S. 1717.

Digitized by Google

änderung von 25 g auf 1 kg Widerstandsänderung von 15 auf 1 Ω. Hub 0,65 mm.

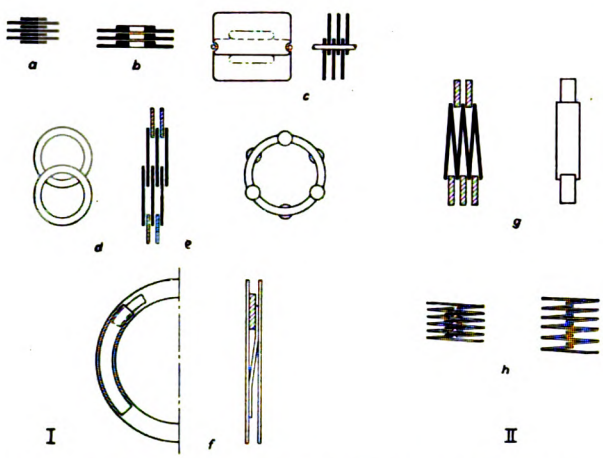
3. Klein-Maschinenanlasser: 80 Ringe 17/8 mm Dmr., 1 mm dick, bei Druckänderung von 25 g auf 4 kg Widerstandsänderung von 500 auf 15 Ω. Hub 2 mm.

4. Klein-Maschinenanlasser: 240 Plättchen 11 mm Dmr., 0,35 mm dick, bei Druckänderung von 10 g auf 200 g Widerstandsänderung von 1000 auf 200 Ω. Hub 2 mm.

Durch Parallel- oder Hintereinanderschaltung können für neue Gebiete die angegebenen Widerstände noch vielfach verändert werden. Ein besonders großer Regelbereich wurde für einen Verwendungszweck mit 120 Ringen 17/8 mm Dmr., 1 mm dick erreicht.

Abb. 11 zeigt bei Druckänderung von 25 g auf 50 kg Widerstandsänderung von 800 auf 2 Ω, d. h. Regelbereich 1 : 400. Hub 3,4 mm.

Auch in der Funktechnik werden vielfach regelbare Kohlewiderstände verwandt, z. B. zur Spannungsregelung von Heiz- und Gitterspannung. Dabei ist besonders wert-



a Platten größerer und kleinerer Fläche, abwechselnd zusammengesetzt
b Widerstand aus abgestuften Ringen
c Widerstand aus gleichartigen, gegeneinander versetzten Scheiben
d Widerstand aus Ringen oder Scheiben nach Art der Drehkondensatoren aufgebaut
e Zwischen benachbarten Ringen liegen mehrere Kohledruckkörper, die von Ring zu Ring gegeneinander versetzt sind
f Die zwischen Ringen gelagerten Druckzwischenlagen sind durch Unterlagen aus Isolierstoff oder Kohle schräg gestellt und dadurch besonders druckempfindlich
g Schräg gelegte Kohleplatten, die sich zu einer Kohlewendel zusammenfügen; Zwischenlagen aus Isolierstoff
h Aufgeschnittene Ringe, die aus der Ebene gebogen und zu fortlaufenden Wendeln zusammengestellt sind

Abb. 12. Schichtungsarten bei Kohledruckwiderständen.

voll die Veränderung des Widerstandes ohne Öffnen und Schließen von Kontakten im gewöhnlichen Sinne, denn dadurch werden Störungen durch Funkenbildung vermieden.

Als Übergang zu dem nächsten Abschnitt — Kohlewiderstände, beruhend auf dem Leitwiderstand — sei noch eine Anordnung näher betrachtet, die sowohl Übergangs- wie Leitungswiderstände benutzt und zur Bezwingung einer besonders schwierigen Aufgabe entwickelt wurde. Diese bestand darin, eine sehr große elektrische Leistung auf kleinem Raum in einem Kohledruckwiderstand zu vernichten. Da die Belastbarkeit der Kohlewiderstände, wie schon früher erwähnt, sehr von der Möglichkeit abhängt, die entstandene Wärme abzuführen, mußte die bei der üblichen Anordnung ziemlich geschlossene Mantelfläche unterbrochen oder durch Anbringung von Kühlflächen vergrößert werden. Aus dieser Forderung heraus entstanden zahlreiche Verfahren der Schichtung sowie besondere Formen der einzelnen Widerstandselemente, wovon einiges nur kurz an Hand der Abb. 12 erläutert sei.

Für die als Aufgabe gestellten Bedingungen ergab sich schließlich eine Anordnung, die Abb. 13 zeigt. Ebenso sehen wir darauf die Einzelelemente, aus denen sich der Kohledruckwiderstand aufbaut.

Man sieht, daß mit dieser Anordnung eine wesentliche Vergrößerung der Kühlfläche erreicht ist. Die Säule kann

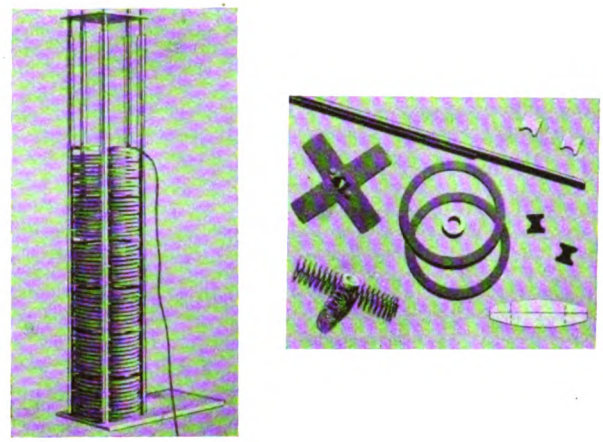


Abb. 13. Sonderausführung eines Kohledruckwiderstandes.

mit 430 W belastet werden, und der Widerstand hat bei verhältnismäßig geringer Druckänderung auch einen großen Regelbereich.

II. Gruppe.

Die Hauptvertreter dieser Art sind die Kohlewendeln und Kohlespiralen, die aus einem schraubenförmig gewundenen Kohleband, einer Wendel, bestehen. Diese bildet in ihrer ganzen Länge als Halbleiter einen Widerstand entsprechend dem Leitwiderstand des Werkstoffes bei gegebenem Querschnitt. Beim Zusammendrücken in axialer Richtung (Abb. 14) legen sich infolge der elastischen Eigenschaften des Werkstoffes die einzelnen Gänge aufeinander, verkürzen auf diese Weise den Leitweg und vergrößern den leitenden Querschnitt, bis sich schließ-

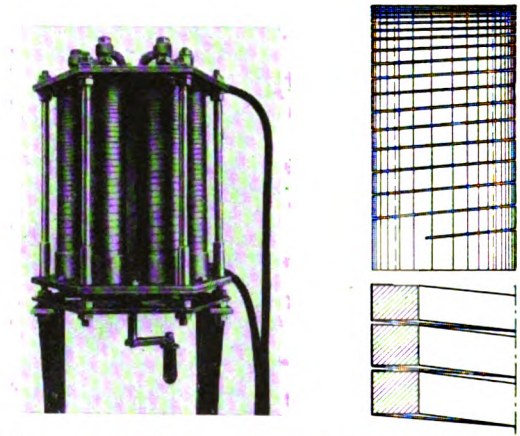


Abb. 14. Regler mit wendelförmigen Kohledruckwiderständen.

lich ein geschlossenes Rohr ergibt. Dementsprechend werden diese Wendeln auch durch Aufschneiden von Kohlerohren nach einem patentierten Verfahren hergestellt. Dabei ist noch die Maßnahme wichtig, daß sich die Kohlewendel stetig in der Ganghöhe verändert. Dadurch wird beim Zusammendrücken in axialer Richtung erreicht, daß sich die einzelnen Gänge nacheinander — von den flachsten angefangen — aufeinanderlegen und eine allmähliche Abnahme des Widerstandes erfolgt. Die Übergangswiderstände von einem Gang zum anderen werden durch Druck auch immer kleiner. Auf diese Weise entsteht eine stufenlose Änderung des Widerstandes.

Die Wendeln werden aus amorpher und graphitischer Kohle in den verschiedensten Größen hergestellt. Ent-

Digitized by Google

sprechend der Tatsache, daß der Höchstwiderstand der geöffneten Wendel immer den Leitwiderstand unter Zugrundelegung des kleinsten verwandten Querschnitts nicht einmal ganz erreichen kann, liegt das Verwendungsgebiet der Kohlewendeln hauptsächlich dort, wo die Regelung von hohen Strömen bei kleinem Spannungsabfall längs des Widerstandes verlangt wird. Die Art der Verwendung mit den sich ergebenden technischen Werten sei an Hand eines Beipiels näher betrachtet.

In galvanischen Bädern ist es notwendig, den Strom nach der Menge und Art der mit einem Metallüberzug zu versehenden Gegenstände zu regeln. In einer Galvanisieranstalt wird der Strom für die einzelnen Bäder mit Hilfe von Kohlewendelwiderständen geregelt (Abb. 15).

Zwischen zwei auf isolierten Metallstäben geführten Messingplatten sind vier Kohlewendeln untergebracht. Jede hat außen 70 mm Dmr., innen 55 mm Dmr. und geöffnet eine Länge von 300 mm. Der Werkstoff ist Elektrographit, die Breite eines unteren Ganges ist rd. 11 mm, die eines oberen rd. 5 mm. Durch eine Spindel mit Handrad wird zur Regelung die bewegliche untere Platte gehoben, und dadurch werden die Wendeln zusammengedrückt. Der Hub beträgt maximal 30 mm. Die vier Wendeln sind elektrisch parallel geschaltet und haben zusammen einen Spannungsabfall von rd. 2 V. Der Strom kann durch den Regler von 10 auf 200 A geregelt werden, das entspricht einer Änderung des Widerstandes der einzelnen Wendel von 0,8 auf 0,04 Ω. Die Höchstbelastung des Reglers beträgt bei geschlossenen Wendeln 400 W, wobei die Kohlesäulen nur eine Temperatur von ungefähr 100° C erreichen. Da die Wendeln unmöglich genau gleich lang hergestellt werden können, sitzen sie zur Vermeidung von Beschädigungen beim gemeinsamen Zusammendrücken unten auf starken Federn, die erst ansprechen, wenn die einzelnen Gänge des Widerstandskörpers dicht aufeinandergepreßt sind. Der Regler ist in einer Galvanisieranlage seit drei Jahren

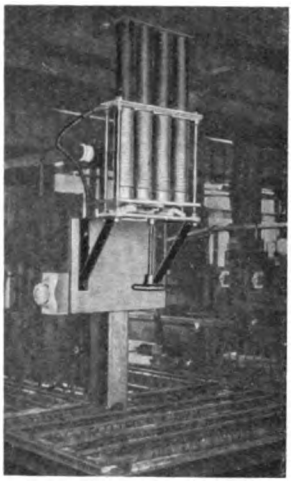


Abb. 15. Regler aus Kohlewendeln in der Werkstatt.

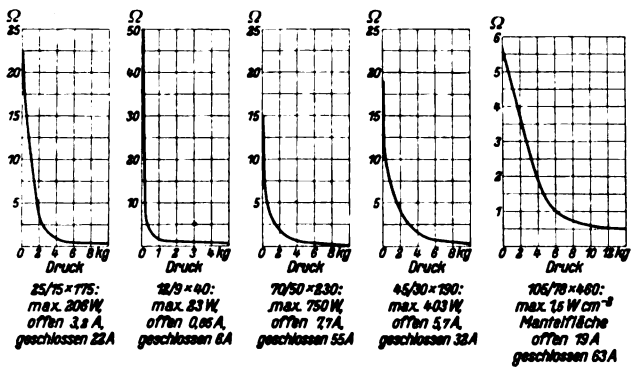


Abb. 16. Kennlinien verschiedener Kohlewendeln.

täglich 8 Std. im Gebrauch, ohne irgendeine Veränderung zu zeigen. Der Vorteil der Kohlewiderstände liegt auch noch darin, daß sie durch die in diesem Betriebe vorhandenen Säuredämpfe nicht angegriffen werden.

Ähnliche Anordnungen dienen auch als Stromregler bei Widerstandsmessungen oder zum Abdrosseln von Batterie- und Generatorspannungen. Sind die zu regelnden Spannungen so, daß höhere Widerstände gebraucht werden, nimmt man besser Wendeln aus amorpher Kohle, deren Widerstand bei gleichen Abmessungen etwa fünfmal so groß ist wie der von Graphitwendeln. Der höchste Widerstand wird erreicht bei dem höchsten spezifischen Leitwiderstand von etwa 80 Ω mm²/m. Kohlewendeln werden in verschiedenster Größe hergestellt. Von einigen gebräuchlichen Wendeln sind in Abb. 16 Kennlinien des Widerstandes in Abhängigkeit vom Druck dargestellt.

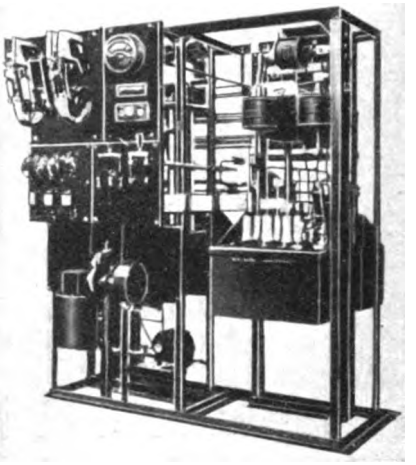


Abb. 17. Amerikanischer Kohledruckregler für Antrieb einer Gummiwalze.

Die zulässige Höchstbelastung hängt auch bei den Kohlewendeln von der Möglichkeit ab, die entstandene Wärme fortzuleiten. Sie beträgt 1 bis 1,5 W je cm² Mantelfläche.

Dem kleinen, eingangs beschriebenen Anlasser für Nähmaschinenantriebe mit einer größten Verlustleistung von 30 W steht in Abb. 17 ein Anlasser und Geschwindigkeitsregler mit einer angeblichen Nennleistung von 300 kW gegenüber, der in den V. S. Amerika den Drehstromantrieb einer riesigen Gummiwalze regelt. Er braucht einen besonderen kleinen Motor, um den Druckmechanismus der Kohlewiderstände zu betätigen.

Nach den Ergebnissen der letzten Entwicklung auf diesem Gebiet glaubt man nicht nur Strom- und Spannungsregelung mit Kohledruckwiderständen zu schaffen, sondern hofft mit diesen Widerständen an Stelle von Chrom-Nickel auch manche Heizaufgabe, wie z. B. Erzeugung von heißem Wasser oder heißer Luft usw., bestens zu lösen.

Zusammenfassung.

Auf vielen Gebieten der neuzeitlichen Technik kann man Kohlewiderstände verwenden. Hierdurch werden nicht nur Metallwiderstände aus ausländischen Rohstoffen bestens ersetzt, sondern die Kohledruckwiderstände bieten jenen gegenüber erhebliche Vorteile, wie z. B. stetige Regelbarkeit, großen Regelbereich, schnelle und große Widerstandsänderungen durch kleine Kraftäußerungen. An zahlreichen Beispielen wurde die vielseitige Verwendungsmöglichkeit der Kohlewiderstände z. B. für Anlasser, Spannungs- und Stromregler, Meßgeräte, Vor- und Nebenwiderstände usw. aufgezeigt. Dabei wurde die Auswahl in bezug auf Abmessungen und Beschaffenheit der Widerstände, die zur Erreichung gegebener Bedingungen notwendig ist, beschrieben und eingehend begründet[7]).

[7]) Es ist dem Verfasser ein Bedürfnis, an dieser Stelle den Firmen: R. Fuess, Apparatebau, Gesellschaft für elektrische Zugbeleuchtung mbH., Julius Pintsch KG., Singer Nähmaschinen AG., Siemens-Schuckertwerke AG. und Siemens-Planiawerke AG. für die freundliche Unterstützung bei dieser Arbeit zu danken.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 5. 064. 001. 4 **Bedeutung der wiederkehrenden Spannung für den Schaltvorgang.** — Der Verlauf der wiederkehrenden Spannung beim Abschalten von Hochleistungs-Lichtbögen wird stark von den verwendeten Schalterarten beeinflußt, bei denen der Lichtbogenwiderstand, die Leitfähigkeit

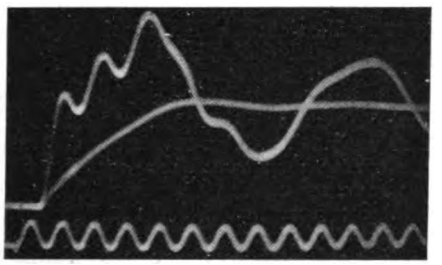


Abb. 1. Oszillogramm einer wiederkehrenden Spannung mit Stoßurwelle und Zeiteichkurve.

der Gassäule nach der Löschung und die Löschspitze verschieden groß sind. Aus diesem Grunde ist es bisher nicht gelungen, für die Schwierigkeit der verschiedenen Stromkreise in Prüffeldern oder Netzen hinsichtlich der wiederkehrenden Spannung eine zahlenmäßige Festlegung zu finden. Obwohl schon eine ganze Reihe Arbeiten über dieses Thema vorliegt, fehlen doch noch

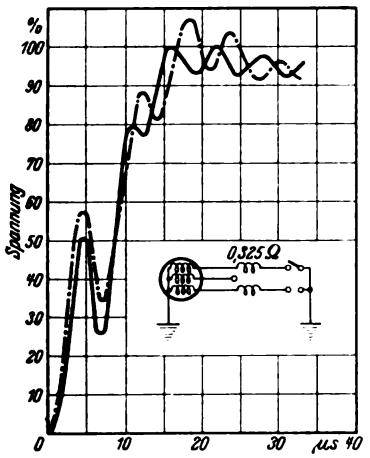


Abb. 2. Verlauf der wiederkehrenden Spannung am letztlöschenden Schalterpol nach dem Abschalten eines 2poligen Erd-Kurzschlusses (3,3 kV, 3 kA) aufgenommen
——— mit Kathodenstrahl-Oszillograph bei Hochspannung
— · — · — mit Braunschem Rohr bei Niederspannung.

genügend Unterlagen über die Wiederkehr der Spannung einerseits und die Festigkeit der Trennstrecke anderseits. Die Verfasser haben daher ein neues Verfahren zur Aufnahme der wiederkehrenden Spannung entwickelt, welches dadurch besonders einfach wird, daß man keine Kurzschlüsse zu schalten braucht. Vielmehr wird der zu untersuchende Stromkreis von einem Stoßgenerator periodisch angestoßen und die erzeugte Schwingung über einen Verstärker mit einem Braunschen Rohr aufgenommen, auf dessen Leuchtschirm sie nunmehr in Ruhe betrachtet oder auch photographisch festgehalten werden kann. Der Stoßgenerator besteht aus einem Thyratron, welches, gespeist von dem 50 Hz-Netz, Stromstöße über einen Kopplungstransformator auf den Stromkreis gibt. Besonders sorgfältig werden der Frequenzgang und der Verstärkungsgrad nachgeprüft, welche beide eine ausreichende Genauigkeit gewährleisten. Mit dem Gerät werden dann in einem Hochleistungsprüffeld verschiedene Schaltungen untersucht. Abb. 1 zeigt eine der typischen Aufnahmen der wiederkehrenden Spannung.

Das Verfahren ist nur bei unerregten bzw. nicht unter Spannung stehenden Stromkreisen anwendbar, was seine Verwendung in Netzen stark einschränkt.

Die Diskussionsberichte bringen außerordentlich wertvolle Beiträge zu dem durch die Überschrift gekennzeichneten Thema. C. H. Flurscheim berichtet über Versuche mit offenen Ölschaltern, bei denen Spannung und Spannungsanstieg verändert wurden. Dabei fand er, daß nicht der Spannungsanstieg, sondern die Spannungsspitze für diese Schaltertype maßgebend ist. Ferner berichtet L. Gosland über Versuche, die die Electr. Research Association an verschiedenen Stromkreisen mit dem von den Verfassern entwickelten Gerät durchgeführt hat. Es ergab sich eine recht gute Übereinstimmung zwischen den Aufnahmen mit Niederspannung und den eigentlichen Kathodenstrahloszillogrammen, welche beim Abschalten der Hochleistungsschalter aufgenommen wurden, sofern die Kathodenstrahloszillogramme hinsichtlich Löschspitze korrigiert werden (Abb. 2). Allgemein wurde es als erwünscht bezeichnet, das Gerät so abzuändern, daß man auch bei unter Spannung stehenden Netzen die gleichen Messungen vornehmen kann. Ferner werden eingehende Messungen über die wiederkehrende Festigkeit der Unterbrechungsstrecke bei den verschiedenen Schaltertypen gefordert, ohne daß jedoch auf die hierüber bereits vorliegenden Arbeiten[1]) hingewiesen wurde. Erst nach Vorliegen ausreichender Versuchsergebnisse können in die Prüfvorschriften Bestimmungen über den wiederkehrenden Spannungsverlauf aufgenommen werden. [H. Trencham u. K. J. R. Wilkinson, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 460; 8½ S., 9 Abb.] *W. Kn.*

621. 316. 072. 2 : 621. 319. 4. 062. 1 **Parallelkondensatoren in Verteilernetzen.** — Die Leistungsübertragung bei Verteilernetzen ist bekanntlich durch die Stromhöhe oder den Spannungsabfall oder beides begrenzt; diese Begrenzung der Ausnutzung wird durch Parallelkondensatoren hinausgeschoben. Für beide Einzelfälle, nämlich die Kraftübertragung mit Begrenzung durch die Stromspitze oder durch den Spannungsabfall wird eine Kostenrechnung der wirksam übertragenen Leistungseinheit sowie Schaulinien des Wirk-, Blind-, Scheinleistungsverlaufes und des Spannungsabfalles angegeben, aus denen die erforderliche Kapazitätsgröße für einen vorliegenden Fall entnommen werden kann und die erhöhte Wirtschaftlichkeit durch Kondensatoren ersichtlich ist. Weitere Gesichtspunkte für den Einbau von Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors, wie Dauer und Häufigkeit der Spitze mit vorzusehender Abschaltmöglichkeit der Kondensatorbatterie sowie die erforderliche Berücksichtigung des sonstigen Netzcharakters sind erwähnt. Außerdem wird die Anbringungsart von Kondensatoren an den Spitzen von Leitungsmasten und in Schaltschränken für Unterstationen gezeigt; in einem angegebenen Beispiel sind 135 BkVA in 9 Einheiten von je 15 BkVA durch Eisenprofile verbunden und durch Verschraubung am Mastkopf angebracht. [S. Wright, Electr. J. 34 (1937) S. 195; 5 S., 8 Abb.] *Tsch.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 33. 013. 62 **Die unabhängige Selbsterregung bei Maschinen mit Aufhebung der Schlupfspannung.** — Im Anschluß an die Arbeit „Die fremdsynchrone Maschine", Arch. Elektrotechn. 31 (1937) S. 457, untersucht E. Tüxen Selbsterregungserscheinungen an Maschinen mit Aufhebung der Schlupfspannung. Der Einsatz der Selbsterregung wird bestimmt für verschiedene Belastungsfälle der Vordermaschine, Leerlauf, Wirklast, Blindlast und Kurzschluß, bei denen sich jeweils andere Einsatzbedingungen ergeben. Es zeigt sich, daß in der Hauptsache bei Wirklast die Selbsterregung schon bei höheren Widerständen im Erregerkreis der Hintermaschine auftritt, als sich aus der Einstellbedingung für volle Aufhebung der Schlupfspannung ergibt. Vermeidung der Selbsterregung bedingt somit noch höhere Einstellung des genannten Widerstandes. Dies hat wiederum eine Verzerrung der Betriebskurven zur Folge, mit anderen Worten, der Läuferstrom der Vordermaschine bleibt vom Schlupf nach Größe und Richtung nicht mehr ganz unabhängig.

Auch die Höhe der Selbsterregungsfrequenz und ihr Einfluß wird bestimmt. Es ergibt sich, daß die Verhältnisse für höhere Selbsterregungsfrequenzen günstiger werden. Deren Erhöhung ist möglich durch Verringerung der wirksamen Induktivität im Erregerkreis der Hintermaschine. Dabei hilft

[1]) Vgl. z. B. F. Kesselring u. F. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. 29 (1935) H. 1, S. 1; 30 (1936) H. 2, S. 71.

Digitized by Google

Herabsetzung der Windungszahl der Erregerwicklung wenig, so daß gegebenenfalls Kompensation der übrigbleibenden Blindspannung im Erregerkreis mittels einer der vielen bekannten Aufhebungsanordnungen für derartige Selbstinduktionsspannungen erforderlich ist. Am Beispiel einer vom Verfasser verwendeten Anordnung wird gezeigt, daß durch zu große „Fehler" derselben die Selbsterregungsbedingungen eher verschlechtert als verbessert werden. Notwendig ist also Herabsetzung dieser Fehler oder ihre Kompensation mittels einer vom Verfasser vorgeschlagenen Dämpferwicklung im Ständer der Hintermaschine.

Die soweit als möglich durchgeführten Versuche zeigten eine befriedigende Übereinstimmung mit den Rechnungsergebnissen. [E. Tüxen, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 10, S. 625; 18 S., 10 Abb.]

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 573. 027. 2 : . 923. 027. 2 **Sicherungen oder Selbstschalter in Niederspannungsanlagen.** — Unter dieser Überschrift befaßt sich eine Arbeit von R. Gasser mit der Untersuchung, wie bei zweckmäßiger Anwendung der Sicherungen und Selbstschalter die Kosten für die Installationen verringert werden können. Ein Vergleich der Strom-Zeit-Schmelzkurve der in der Schweiz meist gebrauchten Diazed-Sicherungen mit der Strom-Zeit-Auslösekurve eines Selbstschalters mit elektromagnetischer und thermischer Auslösevorrichtung führt zu dem Ergebnis, daß die Sicherung dank ihres hohen Ausschaltvermögens ein ausgezeichneter Kurzschlußschutz ist, sich aber als Schutzelement gegen kleinere und mittlere Überströme nicht eignet, da sie kleine Überströme nicht unterbrechen kann und bei mittleren Überströmen zu schnell durchschmilzt. Der Selbstschalter dagegen paßt sich der Überlastbarkeit des zu schützenden Teiles der Anlage an und schaltet ab, kurz bevor dieser Teil Schaden erleiden würde. Er ist deshalb besonders geeignet für Anlagen mit unruhigem Betrieb, also für Kraftnetze, für Transformatoren und als Schutz von Anschlußgeräten, die ihrer Natur nach öfters überlastet werden. Als solche sind an erster Stelle die Motoren erwähnt, für die der Motorschutzschalter als die geeignetste Schutzvorrichtung angegeben wird. Nach den geänderten, am 1. 7. 1936 in Kraft gesetzten Hausinstallationsvorschriften des SEV kann der Selbstschalter als gemeinsamer Schutz für Leitung und Anschlußgerät verwendet werden. In Kraftinstallationen ergibt sich dadurch eine wesentliche Verbilligung der Anlage, daß bei Verwendung von Motorschutzschaltern der Querschnitt der Leitung nach dem Nennstrom des Motors bzw. des Selbstschalters bemessen wird und daher wesentlich geringer sein kann als bei Verwendung von Schmelzsicherungen, die mit Rücksicht auf die Einschaltstromstöße des Motors ein Vielfaches der Nennstromstärke des Selbstschalters haben müssen. An einem Beispiel wird nachgerechnet, daß die Ersparnis an Leitung und Leitungsrohren 30% ausmacht. Ein weiteres Beispiel erläutert die Verbilligung der Kraftinstallation durch Verwendung von ferngesteuerten gegenüber von Hand betätigten Motorschutzschaltern und gegenüber Schmelzsicherungen.

Eine gleichzeitige Verwendung von Selbstschaltern und Sicherungen wird für erforderlich erachtet, wenn der höchstmögliche Kurzschlußstrom der Anlage am Einbauort des Selbstschalters dessen Schaltvermögen übersteigt. Ausführlich behandelt der Verfasser die Selektivität zwischen Selbstschalter und Querschnittsicherung. Er weist darauf hin, daß bei Verwendung von Selbstschaltern mit thermischer und elektromagnetischer Schnellauslösung die Installationskosten verringert werden, da bei Selbstschaltern mit nur thermischer Auslösung die Nennstromstärke der vorgeschalteten Querschnittsicherung mit Rücksicht auf die Selektivität sehr hoch sein muß und dementsprechend stärkere Leitungsquerschnitte erforderlich werden. Zum Schutze von Geräten, an denen ihrer Natur nach keine Überlastungen auftreten können, wie Lampen, Heißwasserspeicher, Kochherd, Bügeleisen, elektrische Öfen usw. hält Gasser die Verwendung von Schmelzsicherungen für zweckmäßig, falls nicht durch Verwendung von Selbstschaltern die Installation oder der Betrieb verbilligt werden.

(Der Ber.: Hiergegen ist einzuwenden, daß die Stromkreissicherung die Leitungen schützen soll, nicht aber die Geräte. Es empfiehlt sich daher, gerade die Steckdosenstromkreise durch Selbstschalter zu schützen, und zwar durch Leitungsschutzschalter, die volle Ausnutzung der Stromkreise ermöglichen, aber so rechtzeitig abschalten, daß auch die Fassungsadern der Geräte vor Erwärmung geschützt werden[1]). Der Leitungsschutzschalter 6 A ist nicht nur als Kurzschlußschutz zu werten, sondern vor allem als Sicherungsorgan, das eine volle Ausnutzung der verlegten Kupferquerschnitte und eine uneingeschränkte Verwendung insbesondere der Elektrohaushaltgeräte ermöglicht und damit wesentlich zur Verringerung der Installationskosten beiträgt.) [R. Gasser, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 177; 6½ S., 9 Abb.] *G. A. Sch.*

[1]) G. A. Schmidt u. H. Schachtner, ETZ 58 (1937) H. 16, S. 421.

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 733 : 621. 314. 22. 08 **Ein neuer Bürdenmesser.** — Die sekundäre Belastung von Strom- und Spannungswandlern, die „Bürden", nachmessen zu können, ist häufig erwünscht. W. Hohle zeigt, wie die in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt entwickelte tragbare Meßwandler-Prüfeinrichtung[1]) durch ein Zusatzgerät derart ergänzt werden kann, daß sich die gewünschten Messungen einfach und ausreichend genau durchführen lassen. Im Hinblick auf die Bürdenmessung ist die Eigenschaft der Meßwandler-Prüfeinrichtung wesentlich, daß sie zwei regelbare, aufeinander senkrecht stehende Spannungen abgeben kann, die von einem Schleifdraht bzw. einer Gegeninduktivität abgenommen werden können, und zwar werden die Spannungen entweder erzeugt von einem dem Gerät zugeführten Strom oder von einer an das Gerät angelegten Spannung.

Bei der Messung von Stromwandlerbürden wird ein in der Stärke regelbarer Wechselstrom der Bürde zugeführt. Ein Teil des an der Bürde auftretenden Spannungsabfalles wird durch zwei Spannungen kompensiert, die von dem speisenden Strom über einen Isolierwandler in der Wandlerprüfeinrichtung erzeugt werden. Beim Meßvorgang stellt man die gewünschte Stromstärke ein und regelt abwechselnd Schleifdraht und Gegeninduktivität, bis das in der Prüfeinrichtung eingebaute Vibrationsgalvanometer stromlos ist. Bei erlaubten Vernachlässigungen ist dann der abgegriffene Schleifdrahtwiderstand ein Maß für den Wirkwiderstand, die „Gegeninduktivität" ein Maß für den Blindwiderstand der Bürde. Mit Hilfe besonderer Auswertetafeln läßt sich in einfacher Weise der Scheinwiderstand bzw. die auf den Nennstrom bezogene Scheinleistung der Bürde und ihr Leistungsfaktor cos β aus den an der Prüfeinrichtung abgelesenen Werten gewinnen. Spannungswandlerbürden werden in entsprechender Weise gemessen. Bürde und Wandlerprüfeinrichtung werden an Spannung gelegt und der an einem Widerstand auftretende Spannungsabfall des von der Bürde aufgenommenen Stromes wird in der Prüfeinrichtung kompensiert. Die für die Bürdenmessung erforderlichen Schaltelemente sind, soweit nicht in der Wandlerprüfeinrichtung vorhanden, zu einem Zusatzgerät, dem Bürdenmesser, zusammengebaut, das in mehreren Stufen alle für Meßwandlerbürden in Frage kommenden Meßbereiche umfaßt. Die Genauigkeit der Messungen beträgt, wie Versuche ergaben, etwa 1% und reicht damit für die Bestimmung von Meßwandlerbürden völlig aus. [W. Hohle, Phys. Z. 38 (1937) S. 389; 6 S., 6 Abb.] *Sb.*

[1]) ETZ 55 (1934) S. 232. — Phys. Z. 35 (1934) S. 844.

621. 317. 722. 027. 3 **Ein absolut eichbarer Hochspannungsmesser mit Dreifaden-Aufhängung.** — Eine kleine, an drei symmetrisch zur Mitte angeordneten Fäden, aufgehängte Scheibe befindet sich in dem kreisförmigen Ausschnitt der geerdeten Platte, der die Hochspannungsplatte gegenübersteht. In der Mitte der Scheibe ist das eine Ende einer langen, aus dünnem Draht gewickelten Schraubenfeder befestigt, während ihr anderes Ende in einem über der Scheibe im Abstand der Länge der Aufhängefäden befindlichen Drehkopf eingespannt ist. Durch die Schraubenfeder wird beim Drehen am Drehkopf die bewegliche Scheibe aus der Lage mit senkrecht hängenden Aufhängefäden in eine Lage verdreht, wo bei einer kleinen weiteren Drehung am Drehkopf die Scheibe mit der Dreifaden-Aufhängung umschlägt und die Fäden sich verdrillen. Dieser Drehwinkel der Scheibe liegt bei 90°. In dieser Lage genügt eine kleine nach unten wirkende Kraft (elektr. Spannung oder Gewicht), um eine verhältnismäßig große Rückdrehung der Scheibe hervorzurufen. Diese Rückdrehung der Scheibe wird mittels Lichtzeiger auf eine Skala geworfen. Bei der Drehung hebt bzw. senkt sich die Scheibe. Es werden die Gleichungen hierfür aufgestellt und die Gleichgewichtsbedingungen unter Berücksichtigung des Hubes der Scheibe und der Dehnung der an den Enden eingespannten Schraubenfeder und die Skala berechnet. Dabei zeigt sich, daß der Ausschlag nicht proportional dem Quadrat der Spannung, sondern einer Potenz mit niedrigerem gebrochenen Exponenten ist, der willkürlich bis 1 gewählt und voraus berechnet werden kann. Nach einer Beschreibung des Gerätes mit dem Hinweis auf die Schwierig-

Digitized by Google

keiten, einen geeigneten Werkstoff für die Schraubenfeder zu finden, wird die Versuchseinrichtung für die Eichung mit Spannung und für die absolute Eichung durch Auflegen von Gewichten erläutert. Es werden nun die bei der Eichung mit Spannung und Gewichten sich zunächst ergebenden Unterschiede untersucht und beseitigt, die richtige Plattengröße im Verhältnis zum Plattenabstand und Scheibendurchmesser festgelegt, der Einfluß des Sinkens der Meßscheibe bei der Rückdrehung möglichst gering gemacht und die Abstände anderer spannungführender oder geerdeter Teile von der Platte festgestellt. Trotz Vorbehandlung und künstlicher Alterung der Schraubenfeder, die aus Elinvar-Draht gewickelt war, konnte ein kleiner Temperatureinfluß der Null-Lage nicht beseitigt werden. Dafür wird ein einfaches Verfahren, ihn zu kompensieren, angegeben. Der Plattenabstand wurde mit Rücksicht auf eine genaue Einstellung sehr groß gewählt (bis 80 kV Meßbereich 20 cm). Durch Änderung des Plattenabstandes lassen sich andere Meßbereiche einstellen, ohne daß eine neue Eichung des Spannungsmessers erforderlich ist. Unter veränderten Versuchsbedingungen wird das Gerät durch Auflegen von Gewichten absolut geeicht. Unterschiede mit einer darauf vorgenommenen Eichung mit Spannung lassen sich kaum feststellen. Der Anzeigefehler des Gerätes, berechnet nach den Regeln für Meßinstrumente der VDE-Vorschriften, liegt höchstens bei ± 1%. Die Skala kann mit großer Annäherung an die Versuchsskala im voraus berechnet werden. [H. Winkelbrandt, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 10, S. 672; 10 S., 8 Abb.]

Lichttechnik.

621. 326 : 628. 92 Filter zur Erzeugung künstlichen Tageslichtes. — Inhalt des Aufsatzes bildet die Umwandlung der Strahlung einer Lampe von niederer Farbtemperatur in eine solche von höherer Farbtemperatur. Dabei ist das Hauptaugenmerk auf die Erzielung von „Tageslicht" mit Hilfe von gefiltertem Glühlampenlicht gerichtet. Das Tageslicht soll dabei nicht nur seinem Farbeindruck nach (was sinnlos ist), sondern seiner spektralen Zusammensetzung nach richtig erzeugt werden. Aus der Wienschen Strahlungsformel leiten die Verfasser eine Gleichung ab, die für den Logarithmus der Filter-Durchlässigkeit (ohne Berücksichtigung der Reflexion an den Oberflächen gemessen) eine Gerade liefert, wenn man diesen Logarithmus über dem Reziproken der Wellenlänge aufträgt. In einer so entworfenen Abbildung werden die Kurven für drei Glassorten (gewöhnliches Kobalt-Glas, Corning Daylite Glass, Macbeth Whiterlite Glass) mit den theoretisch als beste ermittelten Geraden wiedergegeben (gültig für die Umwandlung von Licht der Farbtemperatur 2848° K auf solches von 6500° K). Lediglich durch Dickenänderung kann mittels eines Glasfilters von jeder beliebigen Farbtemperatur auf eine andere beliebige übergegangen werden. Aus der Wienschen Formel und dem Exponentialgesetz der Absorption folgt, daß die erforderliche Dicke eines Glasfilters zum Übergang von der Farbtemperatur T_1 auf T_2 proportional dem Ausdruck $1/T_2 - 1/T_1$ ist. Daher wird der schon früher von Priest gemachte Vorschlag wieder aufgegriffen, die Kurve dieses Proportionalitätsfaktors (des Extinktionskoeffizienten nämlich) über 1/T statt über T aufzutragen und die Farbtemperatur in reziproken Mikro-Grad (mr °) zu messen. — Die Verfasser wenden sich dann der praktischen Verwertbarkeit von Tageslichtfiltern zu. Zunächst betonen sie die Notwendigkeit, daß solche Filter stets einen bedeutenden Lichtverlust mit sich bringen müssen, der selbst bei Verwendung hoch belasteter Glühlampen, die verhältnismäßig viel blaue Strahlen aussenden, nicht wesentlich verkleinert werden kann. Auf der anderen Seite wird aber der Vorteil hervorgehoben, der sich durch die Verwendung von guten Tageslichtlampen für die verschiedensten Industriezweige ergibt. Auch der Gesichtspunkt: Was kostet die Nichtbenutzung von Tageslichtlampen? wird sehr geschickt herausgestellt. Über die thermischen und mechanischen Eigenschaften der Tageslichtgläser wird kurz berichtet; auch geben die Verfasser für zwei bekannte Arten ein Diagramm, aus dem man für die verschiedenen Ausgangs- und End-Farbtemperaturen die erforderliche Glasdicke und den Wirkungsgrad ablesen kann. [H. P. Gage u. N. Macbeth, Trans. Illum. Engng. Soc. 31 (1936) S. 995; 27 S.] *M. Rr.*

Verkehrstechnik.

621. 3 : 628. 8 : 625. 23 Klimaanlagen für Eisenbahnwagen. — Bei dem Entwurf der Klimaanlagen für Eisenbahnwagen spielt die Forderung nach geringem Gewicht und kleinem Platz- und Energiebedarf eine erhebliche Rolle. In den V. S. Amerika sind schon viele derartige Einrichtungen im Betrieb, während das mäßigere Klima in Europa nur selten die Anlagen rechtfertigt. Eine Bedeutung erhalten sie jedoch auch hier für Schnelltriebwagen, bei denen zur Verminderung des Luftwiderstandes die Fenster nicht geöffnet werden können. In Europa begnügt man sich meist mit einer Durchlüftung des Wagens ohne Kühlung der Luft im Sommer. Die Heizung im Winter erfolgt zweckmäßigerweise durch Anwärmen des Luftstromes in einer zentralen Heizschlangeneinrichtung, die ein kleineres Gewicht erhält als die üblichen verteilten Heizkörper. Die in der eigentlichen Klimaanlage behandelte Luft wird durch ein oder zwei Luftkanäle in einer Zwischendecke im Wagen entlanggeführt und tritt tangential zur Deckenwölbung aus, um an den Seitenwänden herunterzugehen und sich zu verteilen. Abteillose Wagen sind hierbei günstiger, da der Luftstrom weniger leicht fühlbar wird. Durch Öffnungen in den Seitenwänden oder unter den Sitzen wird die Luft in Kanälen unter dem Wagenkasten von Lüftern der Klimaanlage wieder zugeführt und beginnt meist mit Frischluft von außen gemischt den Umlauf von neuem. Die Frischluft wird durch Ölfilter von Rauch und Staub gereinigt. In den amerikanischen Anlagen haben die Kühlschlangen, über die die Luft geblasen wird, eine Oberfläche von 40 bis 60 m², die Heizschlangen von etwa 7 m² je Wagen. Die Trocknung der Luft geschieht durch Kondensation der Feuchtigkeit auf den Kühlschlangen. Bei elektrischem Betrieb oder bei Zügen mit eigener Kraftquelle geschieht die Erwärmung der Luft durch elektrisch geheiztes und durch eine Pumpe in Umlauf gesetztes Warmwasser. Die Kühlung erfolgt in vielen Fällen durch Umlauf des Schmelzwassers von Blockeis, das in Behältern unter den Wagen von 1200 bis 2500 kg Inhalt aufbewahrt wird. Diese Einrichtung ist angebracht, wenn nur selten Kühlung nötig ist, da Kraftbedarf, Gewicht und Preis der Anlage gering sind. Eine andere Bauart benutzt die Verdunstungskälte von Wasser, wobei der erforderliche Unterdruck durch eine Dampfstrahlpumpe erzeugt wird. Am häufigsten sind jedoch die Einrichtungen mit Kühlung nach dem Verdichtungsverfahren[1]), wobei in den V. S. Amerika Freon (Difluordichlormethan CF_2Cl_2), in Europa das billigere Ammoniak als Kühlmittel benutzt wird. Die Antriebsleistung wird einem achsgetriebenen Gleichstrom-Generator von 15 bis 20 kW Leistung entnommen. Bei den Pullmanwagen sind Generator und Verdichtermotor vermieden, indem der Verdichter von den Achsen über eine Magnetkupplung angetrieben wird. Durch selbsttätige Änderung des Magnetfeldes dieser Kupplung wird die Drehzahl des Verdichters konstant gehalten. Bei Dieseltriebwagen wird der Verdichter mit dem Hauptdieselmotor gekuppelt. Die Regelung der Kühl- und Heizeinrichtungen geschieht meist selbsttätig durch Thermostaten, die über Relais die elektrischen Stromkreise der Pumpen und Verdichter oder über elektromagnetische Ventile die Dampfzufuhr steuern. In Westeuropa ist eine in Belgien gebaute Einrichtung neuartig, bei der Luft abwechselnd einer Kompression und Expansion unterworfen wird. Im Winter umstreicht die Luft aus dem Wageninneren den Kompressionszylinder und wird erwärmt, während der Expansionsbehälter von der Außenluft gekühlt wird. Im Sommer findet ein Wechsel der Luftströme statt, die Wagenluft wird am Ausdehnungsgefäß gekühlt. Bei einer anderen französischen Bauart wird Kühlung des Luftstromes durch eine Wasserberieselungsanlage bewirkt, wobei das Wasser durch einen zweiten starken Luftstrom z. T. verdunstet und dadurch gekühlt wird. Diese Einrichtung, die etwa 20 l Wasser je Stunde verbraucht und im Winter 2000, im Sommer 4800 m³/h Luft liefert, braucht eine Antriebsleistung von nur 2,2 kW, genügt aber vollkommen den Anforderungen in gemäßigtem Klima. Die sonstigen französischen und englischen Anlagen sehen keine Kühlung vor und unterscheiden sich untereinander durch die Art der Luftführung und die selbsttätige Steuerung der Lüfter und Heizeinrichtungen. [M. Pla, Electricité 21 (1937) S. 125 u. 190; 8 S., 10 Abb.] *Dtt.*

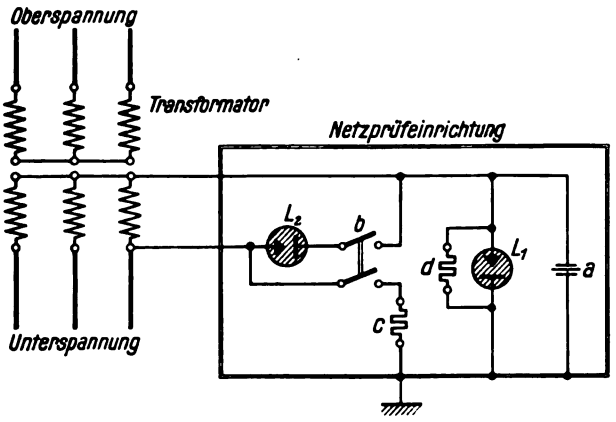
Bergbau und Hütte.

621. 317. 333. 6 : 622 Eine neue schlagwettergeschützte Netzprüfeinrichtung. — Eine neue Netzprüfeinrichtung erfüllt die doppelte Aufgabe, dauernd den Isolationszustand der Anlage zu überwachen und zugleich diese vor gefährlichen Spannungserhöhungen zu schützen. Das Gerät ist für nicht geerdete Drehstromnetze bis 500 V mit zugänglichem Umspanner-Sternpunkt geeignet. Abb. 3 zeigt die neue Schaltung (DRP.), durch die es möglich ist, die beiden Aufgaben mit einfachen Mitteln zu lösen und die hierfür erforderlichen Teile in einem einzigen verhältnismäßig kleinen und billigen Gerät zu

[1]) Siehe ETZ 58 (1937) H. 6, S. 157.

Digitized by Google

vereinigen. Als Überspannungsschutz dient eine Spannungssicherung *a*, die beim Auftreten zu hoher Spannung im Niederspannungsnetz durchschlägt und den sekundären Sternpunkt des Transformators an Erde legt. Parallel zu dieser Spannungssicherung liegt die Glimmlampe L_1, über die geringfügige Überspannungen, wie sie z. B. beim Schalten entstehen, zur Erde abfließen können, sobald sie die Zündspannung der Glimmlampe erreichen. Dieses ist sehr erwünscht, damit das Netz nur geerdet wird, wenn es unbedingt notwendig ist, z. B. beim Übertritt von Hochspannung. Die Glimmlampe L_1 dient außerdem zur Erdschlußanzeige. Bei Erdschluß in einer der drei Phasen tritt zwischen Erde und dem Sternpunkt des Umspanners eine Spannung auf, die die Glimmlampe zum Aufleuchten bringt. Von der Größe des Fehlers hängt die Größe der Spannung und damit die Helligkeit der Glimmlampe ab. Die Helligkeit der Lampe ist also ein Maß für die Größe des Fehlers. Parallel zur Glimmlampe L_1 liegt der Widerstand *d*, der die Ansprechempfindlichkeit der Glimmlampe nur ein gewisses Maß herabsetzt, das um so größer ist, je größer die Isolationswerte der drei Phasen an sich sind. Damit wird erreicht, daß die Lampe nicht schon dann anspricht, wenn sich der Isolationswert einer Phase zwar verschlechtert, aber doch noch so groß ist, daß die Sicherheit der Anlage nicht gefährdet ist.



a Spannungssicherung — *c*, *d* Widerstände
b Prüfschalter — L_1 u. L_2 Glimmlampen

Abb. 3. Schaltbild der neuen Netzprüfeinrichtung.

Die zweite Glimmlampe L_2 dient dazu, festzustellen, ob Betriebsspannung vorhanden ist. Sie wird zu diesem Zweck mit dem einen Pol des Prüfschalters *b* zwischen den Sternpunkt des Netzes und eine Phase geschaltet und leuchtet auf, wenn Betriebsspannung vorhanden ist. Mit dem zweiten Pol des Schalters *b* wird gleichzeitig ein künstlicher Erdschluß hergestellt, dessen Strom durch den Schutzwiderstand *c* begrenzt wird. Diese Schaltung dient dazu, festzustellen, ob die Spannungssicherung *a* und gegebenenfalls auch die Glimmlampe L_1 noch in Ordnung sind, denn die Lampe L_1 muß den künstlichen Erdschluß anzeigen. Leuchtet bei der Prüfschaltung nur die Lampe L_1 auf, so ist die Spannungssicherung und gegebenenfalls auch die Lampe L_2 durchgeschlagen und muß ersetzt werden. Bei Betätigung des Prüfschalters schieben sich gleichzeitig Scheiben mit ausgeschnittenen Buchstaben vor die Schaufenster der Glimmlampen. Das Gerät ist für Bergbaubetriebe (schlagwettergeschützte Bauart) von besonderer Bedeutung, da man in diesen wegen der weit auseinanderliegenden Betriebspunkte zur Aufstellung zahlreicher Umspanner mit verhältnismäßig kleinen Verteilungsnetzen gezwungen ist. Gerade zur Überwachung dieser Netze ist die neue Einrichtung berufen. Die Verwendungsmöglichkeit beschränkt sich jedoch nicht auf den Untertagebetrieb des Bergbaues. Sie kann vielmehr auch in sonstigen Betrieben mit nicht geerdeten Drehstromnetzen bis 500 V mit Vorteil verwendet werden. *Bwg.*

Fernmeldetechnik.

621. 319. 4. 004. 6 : 621. 396. 823 **Falsch geschaltete Störschutzkondensatoren.** — Werden an Gleichstrommotoren die Störschutzkondensatoren an falscher Stelle eingeschaltet, z. B. an den Nebenschlußkreis, so können sie (beim Abschalten des Motors) durchschlagen. Falschanschlüsse kommen erfahrungsgemäß besonders nach Reparaturen vor, und wenn auch im allgemeinen durch den Durchschlag keine besonderen Gefahren entstehen, da vor den Kondensatoren Sicherungen liegen müssen, so sind doch unter bestimmten Verhältnissen auch ernstere Betriebsstörungen möglich. Ein derartiger Fall sei kurz geschildert. Die Bremswicklung einer Fahrstuhleinrichtung, bei der der Richtungsschalter die Stromkreise einzeln abschaltet, erwärmte sich übermäßig, und nur das rechtzeitige Auffinden des Fehlers verhinderte einen Brand. Die Ursache der Erwärmung war der Durchschlag eines falsch eingebauten Störschutzkondensators beim Halten des Fahrstuhles. Die vorgeschaltete Sicherung schmolz beim Durchschlag nicht. Nach dem Durchschlag erhielt der Bremsmagnet auch weiterhin Erregung, da durch den durchgeschlagenen Kondensator sich ein neuer Stromkreis gegen Erde schloß; der Fahrstuhl war nämlich an ein 220 V-Dreileiternetz angeschlossen. Über Kondensator und Erde schloß sich ein Stromkreis von 110 V (Erde, Sicherung, Kondensator, Bremsmagnet bzw. Feldwicklung, Steuerschalter und der eine Pol der 220 V-Leitung). Die Sicherung von 1 A konnte auch jetzt nicht durchschmelzen, da die Stromstärke infolge des großen Widerstandes der Magnetwicklung (rd. 200 Ω) nicht über 0,5 A steigen konnte. Infolge der Erregung des Bremsmagneten blieb der Fahrstuhl nicht stehen, sondern glitt langsam bis zur Endstellung weiter. Zufällig trennte der Endschalter den Stromkreis nicht (die Sicherungseinrichtungen waren fehlerhaft) und so floß der Strom weiter durch den Bremsmagneten und verursachte die Erwärmung der Wicklung. — In diesem Falle war also nicht nur der Kondensator falsch eingebaut, sondern es traten noch Unvollkommenheiten der Starkstromeinrichtung hinzu. Daß auch beim richtigen Einbau Kondensatordurchschläge, allerdings selten, vorkommen können, zeigte sich an einer anderen, älteren Fahrstuhl-Schaltung. Der Durchschlag war in diesem Falle durch Überspannungen bedingt, die sich in einem aus Kondensator und Feldwicklung gebildeten Schwingungskreis entwickelten. Béla Ránky, Budapest.

621. 396. 662. 34 : 537. 228. 1 **Quarzfilter mit regelbarer Bandbreite.** — Die steigende Verdichtung des Senderein satzes zwingt zu einer Erhöhung der Trennschärfe der Empfänger aufs äußerste. Man verwendet daher in den letzten Jahren in steigendem Maße Quarzfilter zunächst für gewisse technische Sonderzwecke, in den V. S. Amerika aber auch, wahlweise einschaltbar, in Rundfunkempfängern. In Erweiterung dieser Aufgabe war man nun bestrebt, unter Verwendung von Quarzen Zwischenfrequenzfilter zu entwickeln, bei welchen die Bandbreite von einem kleinsten Wert auf einen gewünschten größten Wert stetig geregelt werden kann, ohne daß sich die Verstärkung der Resonanzspitze oder die Lage derselben merklich ändert. Die kleinste erreichbare Breite ist etwa das Doppelte bis Vierfache der Eigenbreite des Quarzes (bei einem guten Quarz bei 1500 kHz 8 bis 15 Hz), so daß man leicht Filter von 30 bis z. B. 5000 Hz Regelbreite bauen kann. Man unterscheidet einseitig und zweiseitig geregelte Quarzfilter und außerdem solche, die den Quarz als Anodenwiderstand benutzen. Bei den einseitig geregelten Filtern liegt der Quarz zwischen einem regelbaren ohmschen Anodenwiderstand und dem Gitter des nächsten Rohres. Während hier die Filterbreite mit dem ohmschen Widerstand eingestellt wird, ist beim zweiseitigen Filter der Quarz zwischen zwei Kreise eingeschaltet, die zum Zweck der Bandbreitenregelung entweder gleichsinnig oder gegensinnig aus der Resonanz heraus verstimmt oder aber beide gleichzeitig an den Quarz kapazitiv oder induktiv in verschiedener Weise angekoppelt werden. Bei der dritten Filterform endlich wird die Bandbreite dadurch geregelt, daß der Anodenschwingkreis, in den auch die unvermeidliche Parallelkapazität des ihm parallel liegenden Quarzes eingerechnet sei, mehr oder weniger, aber nicht ganz auf die Quarzdurchlaßresonanz abgestimmt wird.

Bei den Schaltungen der ersten beiden Gruppen wird der Quarz als Längsresonanzglied benutzt. Seine Parallelkapazität muß daher durch eine geeignete Neutralisationsschaltung beseitigt werden. Hierfür gibt es im wesentlichen drei Verfahren: Parallelschaltung eines Schwingkreises von möglichst hohem Resonanzwiderstand, Erzeugung einer um 180° phasenverschobenen Gegenspannung und endlich Einschaltung des Quarzes in eine am besten aus Kapazitäten bestehende Brückenschaltung. Für die Neutralisationsverfahren werden Ersatzbilder in T-Form angegeben. Um einen gegebenen Quarz richtig zu verwenden, muß man seine elektrischen Daten bestimmen. Dies gelingt rasch und bequem mit einem der bekannten Laboratoriums-Meßsender, indem man an seinen Klemmen eine Spannungsteilung zwischen Quarz und einem kleinen ohmschen Widerstand von rd. 10 Ω vornimmt und die Spannungsteilung mit einem Röhrenvoltmeter mißt. Gleichzeitig

Digitized by Google

muß der Sender sehr fein verstellbar sein, damit man die geringe Breite der Quarzresonanzkurve bestimmen kann. Zur selbsttätigen Aufnahme von Quarzdiagrammen wird eine Einrichtung beschrieben, bei der mittels eines kleinen Synchronmotors die Senderfrequenz in zwei Minuten um 100 kHz oder kleinere Stufen durchgedreht wird, während die vom Quarz durchgelassene Spannung von einem logarithmisch arbeitenden Überlagerungs-Röhrenvoltmeter mittels eines gleichfalls von einem Synchronmotor angetriebenen Stromschreiber aufgezeichnet werden. [W. Kautter, Telefunkenztg. 18 (1937) H. 76, S. 22; 19 S., 23 Abb.] *eb.*

621. 315. 17. 013. 7 **Die Entwicklung der Starkstromanlagen und ihre Rückwirkung auf den Fernmeldebetrieb.** — Für die Ermittlung der Gegeninduktivität zwischen Starkstrom- und Fernmeldeleitungen ist die Kenntnis der Leitfähigkeit des Erdbodens erforderlich. Auf Grund zahlreicher Messungen hat man in England eine Karte des Landes gefertigt, auf der der scheinbare Widerstand des Erdbodens angegeben ist. Zum Schutz der Fernsprechanlagen gegen Überspannungen werden versuchsweise an die Fernsprechleitungen einseitig geerdete Edelgasröhren angeschlossen, denen wiederum Induktionsspulen vor- und Luftfunkenstrecken parallelgeschaltet sind.

Bei elektrischen Dampf- und Wasserkesseln (Elektrodenkesseln), die mit Spannungen bis zu 11 000 V betrieben werden, steht der Heizstrom unmittelbar mit dem Wasser und den geerdeten Teilen des Kessels in Verbindung. Es ergeben sich jedoch hierdurch bei ausreichender Symmetrie keine Störungen des Fernmeldebetriebs. Bei Oberleitungsomnibus-Linien ist nur ein Schutz gegen unmittelbare Berührung an Kreuzungsstellen mit oberirdischen Fernmeldeleitungen erforderlich, weil die Rückleitung nur im Werk oder überhaupt nicht geerdet ist.

Die Führung von Niederspannungs-Freileitungen und blanken Fernsprech-Freileitungen an gemeinsamen Gestängen — wie sie in Amerika selbst für Hochspannungs-Freileitungen üblich ist — würde bei der Versorgung von Siedlungen mit Strom und Fernsprecher verschiedene Schwierigkeiten beseitigen, die z. B. in der Innehaltung des erforderlichen Abstandes an Kreuzungsstellen bestehen. Die gemeinsame Führung ist aber doch nicht vorteilhaft, weil an die Bauweise erhebliche zusätzliche Anforderungen gestellt werden müssen und weil es schwierig ist, die Kosten zu verteilen. Die gemeinsame Führung kommt nur in Frage, wenn örtliche Schwierigkeiten den getrennten oberirdischen Bau oder die Verkabelung einer Leitungsart verhindern. Luftkabelanlagen werden in der hier besprochenen Arbeit nicht erwähnt.

Da infolge der in England üblichen Sternpunkterdung der Hochspannungsanlagen das Erdpotential der Werke bei jedem Erdschluß stark verlagert wird, sind für die Einführung der Leitungen des öffentlichen Fernsprechnetzes, die für Schalt- und Fernmeldezwecke der Elektrizitätswerke verwendet werden, Kabel mit besonders isoliertem Mantel erforderlich. Die Anschlußkabel dieser Art werden — innerhalb eines Gefahrenbereichs von 100 Yards (91,4 m) — verlegt, sobald der Abstand von geerdeten Teilen der Starkstromanlage weniger als 20 ft. (6,1 m) beträgt. Wenn Fernmeldeanlagen des Postnetzes in hochspannungsgefährdeten Räumen errichtet werden und das Postnetz nicht durch besondere Isoliertransformatoren abgeschlossen ist, werden Fernsprecheinrichtungen in Holzkabinen eingebaut, die gut isoliert aufgestellt sind.

Der Übertragung elektrischer Energie durch höchstgespannten Gleichstrom wird noch besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Zum Schluß betont der Verfasser die Notwendigkeit der Mitwirkung der Starkstromindustrie an der Beseitigung der Fernsprechstörungen. Denn der Schutz des Fernsprechbetriebs ist nicht allein für die Postverwaltung, sondern auch für die Allgemeinheit von Belang. [P. B. Frost, Post Off. electr. Engrs. J. 30 (1937) Part 1, S. 1; 14 S., 18 Abb.] *Khe.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 3. 017. 7 **Temperaturverlauf in Leitern bei kurzzeitigen Strom- und Spannungsänderungen.** — In der Praxis liegt häufig die Frage vor, welcher Temperaturverlauf sich in Leitern bei plötzlichen Belastungsänderungen einstellt, und insbesondere, welche Temperaturen bei kurzzeitigen Überlastungen auftreten können. Diese Frage ist vor allem deswegen von Interesse, weil man die höchst auftretende thermische Beanspruchung des Leiters einerseits, dann aber auch die Beanspruchung des den Leiter umgebenden Isolierstoffes anderseits kennen muß, um jene Werkstoffe wählen zu können, die für den jeweils vorliegenden Belastungsfall am geeignetsten sind.

Unter der Annahme, daß die Belastungsänderung stets in so kurzer Zeit vor sich gehe, daß ein Wärmeaustausch zwischen Leiter und umgebendem Isolierstoff nicht stattfinden kann, werden für die praktisch wichtigsten Fälle vom Verfasser Beziehungen abgeleitet, durch welche die Temperaturänderung in einem Leiter bei gegebenem Strom- und Spannungsverlauf ermittelt werden kann. Dabei wird gezeigt, daß sich durch Einführung zweier neuer Größen — des Temperaturanstieges λ und des Temperaturfaktors ξ — alle Beziehungen auf die einfache Grundgleichung von der Form

$$\Delta\vartheta = \xi \cdot \lambda \cdot t$$

zurückführen lassen, wenn $\Delta\vartheta$ die nach der Zeit t sich einstellende Übertemperatur bedeutet. Die Größe λ stellt die Temperaturzunahme in der Zeiteinheit dar, ist also ein Maß für den Anstieg der Temperaturkurve; diese kann aus den Konstanten des Leiterwerkstoffes berechnet werden. Die dimensionslose Größe ξ dagegen gibt an, um wievielmal die Temperaturzunahme $\Delta\vartheta$ größer oder kleiner ist als für den Fall, bei welchem Strom und spezifischer Widerstand konstant sind und für den $\xi = 1$ ist. Der Temperaturfaktor läßt sich aus den aufgestellten Zahlentafeln und Formeln des Verfassers ermitteln.

Für die Berechnung der Übertemperatur in einem Leiter geht man dann so vor, daß zunächst der Temperaturanstieg aus den Konstanten des Leiters bestimmt und dieser dann mit dem jeweiligen Temperaturfaktor multipliziert wird. Durch weitere Multiplikation dieser beiden Größen mit der Zeit t erhält man die im Leiter sich einstellende und gesuchte Übertemperatur. [H. Prinz, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 10, S. 682; 8 S., 5 Abb.]

Physik.

621. 3. 029. 6 (063) **Internationaler Kongreß für Kurzwellen in Physik, Biologie und Medizin, Wien, 12. bis 17. 7. 1937.** — Der Wiener Kurzwellenkongreß hatte weniger die Aufgabe, Einzelfragen zu behandeln, als vielmehr die Vertreter aller jener Wissensgebiete, die sich heute der kurzen Wellen bedienen, zusammenzuführen und zur Diskussion der zahlreichen Grenzprobleme anzuregen. Ein Kongreß, auf dem neben dem Physiker vornehmlich Biologen und Mediziner vertreten waren, konnte auch seine Aufgabe nur in dieser Weise erfassen. Der Kongreß wurde von der Wiener biophysikalischen Gesellschaft für Kurzwellenforschung vorbereitet. Erste Vorsitzende der drei Sektionen waren Thirring, Scheminzky und Liebesny, der auch das Sekretariat führte. Deutschland war durch den Ehrenvorsitzenden Zenneck sowie durch Esau, Rajewski und Schliephake im Vorsitz vertreten.

Das Arbeitsgebiet des Kongresses umfaßte das Gebiet der Physik und die Anwendung der Kurzwellenphysik und Technik auf den Gebieten der Chemie, Biologie, Medizin, Geologie und des Verkehrswesens. Außerdem wurde auch ein Vortrag über Ultraschallforschung aufgenommen. Reine Verkehrsfragen wurden indessen ausgeschieden. Die Vortragenden auf dem Gebiete der Physik legten das Hauptgewicht auf großangelegte zusammenfassende Darstellungen, um auf diese Weise für die Behandlung der Grenzprobleme die entsprechende Basis zu schaffen. Im Bereiche der angewandten Kurzwellenwissenschaften dagegen wurde insbesonders über eigene Erfahrungen und die Möglichkeit weiterer Anwendung berichtet. Aus diesem Grunde soll im folgenden das Hauptgewicht der Berichterstattung auf den zweiten Teil gelegt werden, wobei nur das berücksichtigt werden kann, was auch für den Elektrotechniker wichtig ist.

Über die Erzeugung kurzer und kürzester Wellen wurde in mehreren Vorträgen berichtet, wobei besondere Aufmerksamkeit dem Magnetron, dem Kugelkreise und schließlich auch dem Massenstrahler zugewendet wurde. Esau gab die z. Z. unterste Grenze der Wellenlänge mit 4,9 mm an, und mit dem Massenstrahler von Arkadiewa kann man noch — allerdings bei ganz geringer Leistung — eine Länge von 0,082 mm erreichen, mit der besondere biologische Wirkungen hervorgerufen werden können. In meßtechnischer Hinsicht ist eine Anordnung von Santo Rini beachtenswert. Mit einer Sonderglimmröhre gelingt es ihm, die Phasenlage und Intensität eines Feldes an beliebiger Stelle in sehr einfacher Weise zu indizieren.

Mit den Problemen des Fernsehens setzte sich Schröter in einem langen Referate auseinander. Er zeigte zunächst, daß beim Fernsehen im Gegensatze zur Tonübertragung ein ausgesprochenes Frequenzproblem vorliege. Da die Trägerfrequenz

Digitized by Google

mindestens das Zwanzigfache der Modulationsfrequenz betragen müsse, so sei nur die Anwendung ganz kurzer Wellen möglich. Diese seien aber auch aus Gründen der Ausbreitungsphysik nötig, um z. B. Störungen durch Echos und umlaufende Wellen zu vermeiden. Wichtig sei die Forderung nach außerordentlich hoher Feldstärke am Empfangsorte. Es sei praktisch brauchbarer Empfang — trotz gelegentlicher abweichender Ergebnisse anderer Art — heute nur innerhalb des optischen Sichtkreises möglich. Die Möglichkeit eines transatlantischen Sehfunks bezeichnete er als Utopie. Größere Reichweiten könnten nur durch Kabel in wirtschaftlicher Weise überbrückt werden.

Über das Gebiet der Ionosphärenforschung berichtete Zenneck in seinem Eröffnungsvortrag. Er gab zunächst einen Überblick über den Stand der Forschung, wobei er das Ergebnis der letzten Untersuchungen in übersichtlicher Weise zusammenfaßte. Zum Schlusse seiner Ausführungen betonte er, daß die weitere Forschung zunächst den Zusammenhang zwischen der wirklichen und wirksamen Höhe der ionisierten Schichten erfassen müsse. Als Ursache der Ionisierung bezeichnete er vornehmlich die von der Sonne ausgehenden Strahlungen. Überdies aber müsse noch eine weitere Höhenstrahlung bestehen, von der es nicht feststünde, ob sie von der Sonne käme und ob sie aus geladenen Teilchen bestünde. Eine Reihe weiterer Vorträge waren der Besprechung des Hals-Echos eingeräumt. Fuchs vertrat die Ansicht, daß dieses Phänomen unter Berücksichtigung der zu Zeiten erhöhter Sonnenaktivität auftretenden hohen Elektronentemperaturen nach der Theorie der durch solare U.-V.-Bestrahlung geschaffenen Ionosphäre erklärt werden könne. Ito berichtete anschließend über die Ergebnisse der japanischen Expedition anläßlich der totalen Sonnenfinsternis am 19. 6. 1936. Burkard besprach die Abhängigkeit der Ausbreitung der Zehnmeterwelle vom elektrischen Zustande der Ionosphäre. Er führt die Unregelmäßigkeiten in der Ausbreitung auf Schwankungen der F_2-Schicht zurück, die periodisch verlaufen. Fuchs gab auf Grund eigener Untersuchungen die in der Ionosphäre herrschenden Temperaturen mit 400°K für die F_1- und mit 1400°K für die F_2-Schicht an. Wie aber auch Thirring in der Diskussion bemerkte, sind diese Temperaturen lediglich statistisch definiert. Sie können nicht jene Wirkungen hervorbringen, die infolge des höheren Druckes auf der Erde weit geringere Temperaturen bedingen können.

Ausbreitungsprobleme unter Berücksichtigung der leitenden Erdoberfläche behandelten van der Pol und Fritsch. Dieser besprach auch im Rahmen eines längeren Referates die neueren Ergebnisse der Funkgeologie und Funkmutung und zeigte, daß unter gewissen Voraussetzungen die Funkgeologie in ähnlicher Weise zur Untersuchung des Erdinnern verwendet werden könne, wie die allgemeinen Reflexionsverfahren zur Erforschung der Ionosphäre.

Auf dem Gebiete der Physikochemie ist ein Referat Falkenhagens anzuführen, das eine Übersicht über die funktechnischen Verfahren zur Untersuchung von Dipolflüssigkeiten und starken Elektrolyten gab. Er entwickelte die aus der Theorie von Debye und Falkenhagen gefolgerten Möglichkeiten und zeigte, daß die bisherigen Untersuchungen die Struktur genügend verdünnter starker Elektrolyte bestätigt hätten. Der Begriff der Ionenwolke ist für die neue Elektrolytentheorie durchaus gesichert.

Da, wie schon erwähnt, reine Verkehrsfragen nicht in den Rahmen des Kongresses fielen, so wurden nur einige spezielle Anwendungen behandelt. Z. B. die Bedeutung der ultrakurzen Wellen für den Nachrichtenverkehr. Es wurde ein Überlagerungsempfänger für eine Welle von 17 cm beschrieben, wie er bei den Kanalversuchen Anwendung fand. Ein längeres Referat über Störbefreiung erstattete Pfeufer.

In das Arbeitsgebiet des Kongresses fiel schließlich noch von physikalischen Problemen jenes des Ultraschalls. Wie auch A. Esau betonte, wird gerade dieses Teilgebiet in Zukunft eine besondere Bedeutung für jene Grenzgebiete erlangen, die heute mit der Kurzwellenphysik in Kontakt stehen. Die Ausbreitung solcher ultrakurzen Schallwellen kann auch in festen Körpern untersucht werden. Zunächst gelangen solche Untersuchungen nur in durchsichtigen, neuerdings aber schon in undurchsichtigen Körpern. Die Hauptanwendungsmöglichkeit für Ultraschallverfahren liegen besonders im Gebiete der Chemie und Biologie.

Besonders ausführlich wurden die Grenzgebiete zwischen Funkwesen und Medizin behandelt. Bei der überaus großen Zahl von Referenten und der oft sehr zahlreichen Aussprache-redner ist es unmöglich, auf Einzelheiten an dieser Stelle einzugehen. Es sei daher lediglich versucht, das Grundsätzliche herauszuheben. Die drei Grundfragen der Funkbiologie können ungefähr folgendermaßen formuliert werden. Es muß erstens für die biologischen Leiter ein richtiges Ersatzschema gefunden werden, zweitens muß die Umwandlung der zugeführten Feldenergie in andere Energieformen untersucht werden, die im biologischen Leiter wirksam sein können, und drittens muß festgestellt werden, welche von diesen biologisch und insbesonders therapeutisch wirksam sind. Der Physiker hat also den biologischen Leiter auf seine physikalischen Eigenschaften zu untersuchen, wobei er auf die stattfindenden Lebensvorgänge Rücksicht nehmen muß. Überdies hat er der Dosimetrie sein Augenmerk zuzuwenden. Alles andere fällt in den Bereich der Biophysik. Man darf nicht übersehen, daß die dem biologischen Leiter zugeführte Feldenergie in keinem bestimmten Verhältnis zu jener Leistung stehen muß, die im Organismus therapeutisch wirksam ist. Hier liegt offenbar die Hauptschwierigkeit der gesamten Frage. Gerade dieser Punkt wurde aber von vielen Referenten prinzipiell verkannt und deshalb geriet die Aussprache mitunter ins Uferlose. Gerade der Tatsache, daß aber diesmal sowohl Mediziner als auch Physiker im selben Saale waren, dürfte es zuzuschreiben sein, daß doch gewisse Formulierungen ermöglicht wurden, die zweifellos für die weitere Entwicklung der Funkmedizin von großer Bedeutung sein werden.

Mit dem Dosimetrieproblem beschäftigten sich mehrere Vortragende. Sie alle konnten nur die physikalische Frage behandeln. Die Dosierung erschwert sich dadurch, daß die Stromverteilung im Organismus nicht mehr als konstant anzusehen ist und überdies nicht quasistationär ist. Den weitesten Raum der Aussprache nahm die Frage ein, ob die biologischen Wirkungen im Organismus durch die vom Strom erzeugte Wärme oder aber durch andere spezifische Wirkungen des Feldes hervorgerufen würden. Da gerade in Wien viele wichtige Vertreter beider Schulen tätig sind, so konnte diese Frage besonders untersucht werden. Auf physikalischer Basis konnte keine Einigung erzielt werden, da in dieser Hinsicht noch die wichtigsten Grundlagen unerforscht sind. Dagegen zeigte es sich, daß die Unterschiede zwischen beiden Verfahren mehr relativer Natur seien. Die „Thermiker" gaben zu, daß vielleicht noch andere Energien therapeutisch wirksam sein könnten und die „Athermiker" wieder stellten fest, daß sie lediglich eine „möglichst athermische" Indikation als förderlich erachten und das gleichzeitige Auftreten von Wärmewirkungen nicht in Abrede stellten. Es scheint hier auch ein Dosierungsproblem vorzuliegen, für das heute wohl ausschließlich die klinische Erfahrung, nicht aber Gesichtspunkte der noch viel zu unentwickelten Funkbiologie herangezogen werden dürfen.

Neben den hier kurz gestreiften Fragen hat der Kongreß noch eine ganze Reihe weiterer wichtiger Fragen behandelt, die indessen mehr in das biologische und medizinische Fach einschlagen und daher an dieser Stelle leider nicht ausgeführt werden können.

Kurzwellenkongresse werden nunmehr eine ständige Einrichtung werden. Der nächste wird 1940 in Berlin stattfinden. Bis dahin wird das Kongreßsekretariat in Wien verbleiben.

Volker Fritsch VDE, Brünn.

Verschiedenes.

Messehefte 1938 der ETZ.

Am 6. 3. 1938 beginnt in Leipzig die Frühjahrsmesse, die größte und wirkungsvollste Schau dessen, was die deutsche Industrie zu leisten vermag. Zahllose in- und ausländische Besucher werden wieder die Gelegenheit wahrnehmen, sich über die Fortschritte zu unterrichten und Geschäfte abzuschließen. Die über die ganze Industrie schlechthin verzweigte Elektrotechnik tritt auch in Leipzig stets machtvoll in Erscheinung, zumal in der geschlossenen Schau im „Haus der Elektrotechnik". Zur Messe erscheinen wie im Vorjahr zwei „Messehefte" der ETZ; sie sollen die Übersicht erleichtern helfen, auf besonders gute und erfolgreiche technische Lösungen hinweisen und so zur Sicherung des Messeerfolges beitragen. Wer über ein wichtiges Erzeugnis seiner Fabrikation etwas mitzuteilen wünscht, kann einen kurzen Originalbericht an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus, für redaktionelle Verwertung einschicken. Berichte, die nach dem 11. 1. 1938 eingehen, können nicht mehr berücksichtigt werden.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Beleuchtungskörper.

Der Ausschuß für Beleuchtungskörper hat einen Entwurf zu einer Neufassung von

VDE 0710 „Vorschriften für elektrische Beleuchtungskörper und Leuchten für 250 V für trockene Räume"

aufgestellt, der nachstehend veröffentlicht wird.

Einsprüche sind bis zum 31. Dezember 1937 der Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr

VDE 0710.

Vorschriften für elektrische Beleuchtungskörper und Leuchten für 250 V für trockene Räume.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.
§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
II. Bestimmungen.
§ 3. Aufschriften.
§ 4. Fassungen.
§ 5. Feste mechanische Verbindungen.
§ 6. Bewegliche mechanische Verbindungen.
§ 7. Leitungen.
§ 8. Leitungsverlegung.
§ 9. Anschlüsse.
§ 10. Zugentlastungs- und Verdrehungsschutzvorrichtungen.
§ 11. Aufhängevorrichtungen.
§ 12. Schalter.
§ 13. Steckvorrichtungen.
§ 14. Isolationsprüfung.
III. Sonderbestimmungen.
§ 15. Leuchtkörper, Parfümverdunster, Rauchverzehrer, Teewärmer.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Vorschriften gelten für Beleuchtungsgeräte, die nach dem . . . . . hergestellt werden[1]).

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für elektrische Beleuchtungsgeräte (Beleuchtungskörper und Leuchten) für Nennspannungen bis 250 V in trockenen Räumen.

Sie gelten nicht für Beleuchtungsgeräte, für die auf Grund ihres Verwendungszweckes besondere Bestimmungen zu beachten sind. Für Handleuchten[2]), Maschinenleuchten[3]), ortsveränderliche Werktischleuchten[3]) und Christbaumbeleuchtungen[4]) usw. gelten besondere Vorschriften.

Für Beleuchtungsgeräte im Freien und in Räumen mit erhöhter Berührungsgefahr sind die §§ 3 und 31 von VDE 0100/1936 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1" zu berücksichtigen.

II. Bestimmungen.

§ 3.

Aufschriften.

Das Ursprungszeichen des Herstellers (Fabrikmarke) muß dauerhaft und gut leserlich auf dem Beleuchtungsgerät angebracht sein.

§ 4.

Fassungen.

Fassungen müssen den VDE-Bestimmungen entsprechen[4]).

§ 5.

Feste mechanische Verbindungen.

a) Fassungen, Rohre und Rohrverbindungen einschl. Nippel, Aufhängevorrichtungen und andere Teile, durch die Leitungen geführt werden, müssen gegen Losdrehen besonders gesichert sein.

b) Fassungen mit Nippelgewinde dürfen nur soweit auf Nippel oder Rohre aufgeschraubt werden, daß die Nippel und Rohre nicht in den Fassungsboden hineinragen.

Bei Verwendung von Gegenmuttern darf der Nippel oder das Rohr nicht über die Gegenmutter hinausragen.

§ 6.

Bewegliche mechanische Verbindungen.

a) Gelenke, durch die Leitungen geführt werden, müssen den nachstehenden Forderungen genügen:

1. Die lichte Weite aller Durchgänge, durch die Leitungen gehen, muß mindestens gleich den Maßen unter § 8 d) sein.
2. In keiner Stellung des Gelenkes darf die eingezogene Leitung gedrückt oder geklemmt werden.
3. Die Stutzen dürfen bei ihrem Übergang in den Innenraum des Gelenkes keine Verengungen aufweisen. Der Übergang muß gut verrundet ausgebildet sein.
4. Die Gewindestutzen müssen für eine einwandfreie Befestigung von Fassungen und anderen Bauteilen bemessen sein.
5. In Gelenken, an die unmittelbar Fassungen befestigt werden, müssen die Leitungen zusätzlich geschützt werden (z. B. Lackschlauch oder isolierende Auskleidung des Gelenkes).

§ 7.

Leitungen.

a) Alle Leitungen müssen VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen" entsprechen.

b) Für die Verwendung der einzelnen Leitungsarten gilt folgende Übersicht:

I. Für Installationen nur in und an Beleuchtungskörpern (als Zuleitungen nicht zulässig):

NFA $1 \times 0{,}75$ mm²
NFA $2 \times 0{,}75$ mm² nur flache Ausführung
NFA $2\times$, $3\times$, usw. $\times 0{,}75$ mm² verseilte Ausführung.

II. Zur Verwendung als Träger von Beleuchtungskörpern z. B. Schnur- und Zugpendeln:

NPL $1 \times 0{,}75$ mm²	NLG $2 \times 0{,}75$ mm²
NPLR $2 \times 0{,}75$ mm²	NLH $2 \times 0{,}75$ mm²

III. Zum Anschluß ortsveränderlicher Beleuchtungskörper:

NSA $2 \times 0{,}75$ mm² rund	NLH $2 \times 0{,}75$ mm²
NSA $3 \times 0{,}75$ mm²	NLH $3 \times 0{,}75$ mm²
NSA 2×1 mm² rund oder flach	NLH $4 \times 0{,}75$ mm²
NLG $2 \times 0{,}75$ mm²	

---

[1]) Genehmigt durch .. ..

Vorher haben verschiedene andere Fassungen dieser Vorschriften bestanden. Über die Entwicklung gibt nachstehende Tafel Aufschluß.

Fassung:	Beschlossen:	Gültig ab:	Veröffentl. ETZ:
Vorschriften für Stehlampen:			
1. Fassung	9. 9. 25	1. 7. 26	25, S. 634, 1322, 1527
Änderung der ab 1. 7. 26 gültigen Fassung	8. 7. 29	1. 7. 30	29, S. 400, 1136
Vorschriften für Beleuchtungskörper:			
1. Fassung	18. 6. 28	1. 7. 30	28, S. 191, 848, 1023
2. Fassung (einschl. Stehlampen)	22. 6. 31	1. 7. 31	31, S. 330, 649, 949
3. Fassung	.....	.....	37, S. 1149, ...

[2]) Siehe VDE 0610 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.".

[3]) Siehe VDE 0715 „Vorschriften für Christbaumbeleuchtungen".

[4]) Siehe VDE 0610 und 0615 „Leitsätze für Fassungen zu Rohrenlampen mit beiderseitigem Sockel nach DIN VDE 9650 (Soffittenlampen)".

Digitized by Google

c) Für Leitungen an oder in Posamentenschnüren ist die Verwendung von Fassungsadern zulässig, wenn die Adern der Schnüre nicht auf Zug beansprucht werden und das Beleuchtungsgerät von besonderen Vorrichtungen getragen wird. Dienen Leitungen als Tragorgane, so müssen Leitungen in der Bauart der Pendelschnüre oder Gummischlauchleitungen verwendet werden.

d) Für Zugpendel sind Pendelschnüre oder Gummischlauchleitungen NLG oder NLH 2 × 0,75 mm² zu verwenden, stärkere sind ungeeignet.

e) Als Zuleitungen für ortsveränderliche Beleuchtungsgeräte dürfen nur Zimmerschnüre und Gummischlauchleitungen verwendet werden. Die Verwendung von Fassungsadern und Pendelschnüren ist unzulässig.

§ 8.
Leitungsverlegung.

a) Wird die Leitung an der Außenseite des Beleuchtungsgerätes geführt, so muß sie so befestigt sein, daß sie bei der Bedienung nicht verschoben oder durch scharfe Kanten verletzt werden kann.

b) Die Einführung der Anschlußschnur in ortsveränderliche Beleuchtungsgeräte aus leitenden Baustoffen muß durch eine isolierende Buchse erfolgen, die im Körper (durch Gegenmutter, Sprengring oder dgl.) sicher befestigt ist.

c) Die Anschlußschnur ortsveränderlicher Beleuchtungsgeräte muß an der Anschlußstelle innerhalb des Lampenkörpers von Zug entlastet und gegen Verdrehen gesichert sein, auch muß ihre Umhüllung sicher gefaßt sein.

d) Hohlräume und Bohrungen, durch die Leitungen geführt werden, müssen mindestens folgende lichte Weiten haben:

Leitungsart	NFA bis 2-fach	NFA 3-fach	NPL 1-fach	NPL 2-fach	NSA bis 2-fach	NSA 3-fach	NLG	NLH 2-fach	NLH 3-fach	NMH 2-fach	NMH 3-fach
Lichte Weite (mm)	6	8	6	7	7	8	7	7	8	9	10

Erhalten die Leitungen noch einen besonderen Überzug aus Ölschlauch oder Lackschlauch, müssen die lichten Weiten entsprechend größer gewählt werden.

e) Die zur Aufnahme von Drähten bestimmten Hohlräume und Bohrungen der Beleuchtungsgeräte müssen glatt und so beschaffen sein, daß die einzuführenden Drähte ohne Verletzung der Isolation durchgezogen werden können. Biegungen und Öffnungen müssen gut verrundet sein.

§ 9.
Anschlüsse.

a) Wenn innerhalb des Beleuchtungsgerätes eine Aufteilung der Leitungen in mehrere Brennstellen erfolgt, sind die Verbindungen der Leitungen auf isolierender Unterlage zu verschrauben oder zuverlässig zu verlöten und gegeneinander und gegen das Beleuchtungsgerät zu isolieren. Kriech- und Luftstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und leitenden Baustoffen müssen mindestens 3 mm sein. Für Kopfkontaktschrauben und Buchsenklemmen gilt DIN VDE 6206. Die Abzweigstellen müssen in zugänglichen Hohlräumen verlegt werden.

b) Metallteile der Klemmen müssen auf feuer-, wärme- und feuchtigkeitssicheren Isolierteilen von genügender mechanischer Festigkeit angebracht und gegen zufällige Berührung geschützt sein.

c) Die Litzenenden sind wirksam gegen das Abspleißen einzelner Drähte zu schützen, z. B. durch Verlötung.

§ 10.
Zugentlastungs- und Verdrehungsschutz.

a) Die Anschlußstellen beweglicher Zugleitungen müssen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifung und die Leitungsadern gegen Verdrehen gegeneinander gesichert sein. Die Art der Ausführung der Zugentlastung muß leicht erkennbar sein. Teile der Vorrichtung für die Zugentlastung und den Verdrehungsschutz dürfen nicht Spannung führend sein. Lose Teile zur Herstellung der Zugentlastung und des Verdrehungsschutzes sind unzulässig.

Das Verknoten der Leitungen in sich und Umwickeln mit Isolierband (Wulstbildung) zum Zwecke der Zugentlastung und des Verdrehungsschutzes ist unzulässig.

b) Die Prüfung der Zugentlastung erfolgt sinngemäß nach § 99 von VDE 0610/1935 „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K.P.I.". Das Belastungsgewicht ist 5 kg.

c) Die Prüfung des Verdrehungsschutzes erfolgt sinngemäß nach § 100 von VDE 0610/1935

§ 11.
Aufhängevorrichtungen.

a) Ortsfeste Beleuchtungsgeräte müssen so angebracht werden, daß die Zuführungsdrähte durch Bewegen des Körpers nicht verletzt werden können. Diese Vorschrift gilt als erfüllt, wenn sich der Beleuchtungskörper weniger als 360° drehen läßt. Ausgenommen hiervon sind Beleuchtungskörper mit beweglichen mechanischen Verbindungen mit Schleifkontakten.

b) Die Aufhängevorrichtung muß gegen unbeabsichtigtes Lösen vom Beleuchtungsgerät und gegen Verdrehen gesichert sein (z. B. Splint, Gegenmutter) und muß das vierfache Gewicht des Beleuchtungsgerätes, mindestens aber 5 kg, tragen können, ohne ihre Form zu verändern.

c) Werden die Zuleitungen als Träger des Beleuchtungsgerätes verwendet, z. B. bei Schnurpendeln und bei Posamentenaufhängungen, so müssen die Anschlußstellen an beiden Enden von Zug entlastet sowie ihre Umhüllung sicher gefaßt und gegen Verdrehen gesichert sein. Die Belastung der einfachen Leitungen darf nicht mehr als 5 kg betragen.

d) Rollen für Zugpendel u. dgl. müssen einen Rillen-Mindestdurchmesser von 25 mm für einadrige Schnüre und von 35 mm für zweiadrige Schnüre haben. Der Flanschdurchmesser muß mindestens 35 bzw. 45 mm sein. Rollen am Zugpendel müssen leicht laufen.

§ 12.
Schalter.

a) Schalter müssen VDE 0630 „Vorschriften für Geräteschalter" entsprechen. Die Nennstromstärke der Schalter muß mindestens 2 A sein. Wenn mehr als 2 Fassungen E 14 und E 27 verwendet werden, muß der Schalter der Belastung angepaßt sein.

b) Spannung führende Teile des Schalters müssen bei den Beleuchtungsgeräten aus Metall mindestens 3 mm von der Wandung des Beleuchtungsgerätes entfernt sein oder eine isolierende Abdeckung haben.

c) Schalter in und an Beleuchtungsgeräten dürfen nur durch mittels Werkzeug bedienbare Vorrichtungen befestigt sein. Sie dürfen mechanischen Beschädigungen nicht ausgesetzt sein.

§ 13.
Steckvorrichtungen.

a) Steckvorrichtungen müssen VDE 0610 entsprechen.

b) Beleuchtungsgeräte können durch fest angeschlossene Leitungen mit Wandstecker oder Gerätesteckvorrichtungen angeschlossen werden.

§ 14.
Isolationsprüfung.

a) Beleuchtungsgeräte müssen eine Spannungsprüfung mit 1000 V Wechselspannung 1 s lang aushalten.

b) Die Prüfung ist durchzuführen zwischen den Leitern gegeneinander und zwischen den Leitern und den Metallteilen des Beleuchtungsgerätes.

Bei der Spannungsprüfung darf kein Durch- oder Überschlag erfolgen. Die Prüfung ist an jedem einzelnen Beleuchtungsgerät vorzunehmen.

Bei der Prüfung sind Schaltfassungen und Schalter einzuschalten und die Lampen herauszunehmen.

III. Sonderbestimmungen.

§ 15.
Leuchtkörper, Parfümverdunster, Rauchverzehrer, Teewärmer und ähnliche Geräte.

a) Die vorstehenden Vorschriften gelten sinngemäß auch für Leuchtkörper (z. B. leuchtende Tiere) sowie für Flüssigkeitsverdunster und ähnliche Geräte (z. B. Parfümverdunster, sogenannte Rauchverzehrer, Luftverbesserer). Diese Gerate sind Vorrichtungen, bei denen durch Glühlampen oder Heizkörper, die im Innern eines Gehäuses angebracht sind, Flüssigkeit zum Verdampfen gebracht wird.

b) Für diese Geräte gilt außerdem noch folgendes:

Falls die Glühlampe in unmittelbare Berührung mit der Flüssigkeit oder den durch deren Erhitzung entstehenden Dampf kommen kann, ist das Gerät so auszubilden, daß während des normalen Betriebes Feuchtigkeit an Spannung führende Teile nicht herankommen kann.

Digitized by Google

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betr.: Firmenkennfäden in isolierten Leitungen.

Der Firma Kabel- und Leitungswerke Neustadt-Coburg Akt.-Ges., Neustadt b. Coburg, Bodendorfer Straße, ist die Genehmigung erteilt worden, den dem VDE gesetzlich geschützten schwarz-rot einfädig bedruckten Verbandskennfaden in Verbindung mit dem der genannten Firma gesetzlich geschützten grün-weiß-rot dreifädig verdrillten Firmenkennfaden in isolierten Leitungen, welche den Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen, zu verwenden und diese Leitungen als „Codex-Leitungen" zu bezeichnen. Die Genehmigung gilt für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen und zwar für folgende Typen und alle in den Vorschriften vorgesehenen Querschnitte:

NGA, NGAW, NSGA, NRA, NRG, NRU, NBU, NBEU, NPA, NFA, NFSA, NPL, NPLR, NSA, NWK, NLG, NLH, NLHG, NMH, NSH, NSGK, NHSGK, NFL, NFLG, NTK, NTSK, NT.

Außerdem ist der genannten Firma die Genehmigung erteilt worden, den dem VDE gleichfalls gesetzlich geschützten schwarz-rot-grün einfädig bedruckten Verbandskennfaden mit dem der genannten Firma gesetzlich geschützten grün-weiß-rot dreifädig verdrillten Firmenkennfaden in isolierte Leitungen, welche den Umstellvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker entsprechen, zu verwenden. Die Genehmigung gilt für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen und zwar für folgende Typen sowie alle in den VDE-Vorschriften vorgesehenen Querschnitte:

NGA (UV), NGAW (UV), NSGA (UV), NRA (UV), NRU (UV), NBU (UV), NBEU (UV), NPA (UV), NFA (UV), NFSA (UV), NPL (UV), NPLR (UV), NSA (UV), NLG (UV), NLH (UV), NMH (UV), NSH (UV), NFL (UV), NFLG (UV), NTK (UV), NTSK (UV), NT (UV).

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Bezirksversammlung am 26. 10. 1937 fällt aus.

Der in den Mitteilungen (Nr. 9 vom 6. 10. 1937) unseres Bezirks für den 26. 10. 1937 angekündigte Vortrag des Herrn Ministerialdirektor K. Höpfner VDE über das Thema: „Die neuere Entwicklung in der Technik der Fernmeldeübertragung auf Drahtleitungen" muß auf einen späteren Zeitpunkt verlegt werden. Der neue Termin wird noch bekanntgegeben.

Fest der Technik.

Am Sonnabend, dem 6. November 1937, 20^{00}, veranstaltet der NSBDT. mit seinen Fachgruppen das diesjährige „Fest der Technik" in sämtlichen Gesellschaftsräumen des Zoologischen Gartens zu Berlin.

Der Reinertrag fließt dem Winterhilfswerk und den Hilfskassen der einzelnen Vereine zu.

Eintritts- und Platzkarten sind in unserer Geschäftstelle zu haben.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. j. v. d. Knesebeck VDE.
22. 10. 1937 Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 1. Abend: „Aufteilung der Leistung, Festlegung der Maschinen- und Kesselgrößen, Dampfschaltbild und Lageplan des Kraftwerkes", Vortragender: Oberingenieur Schröder.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.
25. 10. 1937 Vortragsfolge: Schäden an elektrischen Maschinen.
1. Abend: „Mechanische Schaden", Vortragender: Ingenieur K. Gloede.

Fernmeldetechnik. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.
26. 10. 1937 Vortragsreihe: Die Werkstoffe der Fernmeldetechnik unter besonderer Würdigung der Austauschstoffe. 1. Abend: „Metalle", Vortragende: Obering. Dipl.-Ing. K. Wagner VDE, Dipl.-Ing. H. Jurczyk VDE, Ingenieur G. Pohler VDE, Dipl.-Ing. P. Mentz VDE.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.
28. 10. 1937 „Die Braunsche Röhre in der Oszillographie" (mit Versuchen), Vortragender: Dr. E. Steudel.

Industrieanlagen Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.
29. 10. 1937 „Kurzschlußläufer-Ausführungen und ihre Kennlinien", Vortragender: Dipl.-Ing. H. Goetze VDE.

Elektrotechnische Isolierstoffe.

Herausgabe der Vortragsreihe „Entwicklung, Gestaltung und Verwendung elektrotechnischer Isolierstoffe" in Buchform.

Die vom VDE Bezirk Berlin-Brandenburg gemeinsam mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin in den Monaten Januar bis März 1937 veranstaltete Vortragsreihe „Entwicklung, Gestaltung und Verwendung elektrotechnischer Isolierstoffe" ist von Professor Dr. R. Vieweg VDE in Buchform (Umfang 295 Seiten, 235 Textabbildungen und 2 Tafeln) herausgegeben worden.

Inhalt:

1. Physikalische Grundlagen unter besonderer Berücksichtigung der anorganischen Isolierstoffe. Von Prof. Dr. W. Eitel, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Silikatforschung, Berlin-Dahlem.
2. Organische Isolierstoffe. Von Professor Dr. R. Vieweg VDE, Darmstadt.
3. Prüfung von Isolierstoffen und Meßergebnisse aus der Isolierstofftechnik. Von Dr. G. Pfestorf VDE, Reg.-Rat bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Berlin.
4. Keramische Isolierstoffe. Von Direktor Dr.-Ing. W. Weicker VDE, Hermsdorf (Thür.).
5. Organische Isolierstoffe in der Hochspannungstechnik. Von Dr.-Ing. W. Estorff VDE, Oberingenieur bei den Siemens-Schuckert-Werken A.-G., Berlin.
6. Isolierstoffe in der Niederspannungstechnik. Von H. Burmeister, Oberingenieur bei der AEG., Berlin.
7. Isolierstoffe in der Fernmeldetechnik. Von K. Franz, Oberingenieur bei der Siemens & Halske A.G., Berlin.
8. Isolierstoffe in der Elektrowärmetechnik. Von Dr.-Ing. habil. W. Fischer VDE, Berlin.

Der Preis des Buches, welches durch jede Buchhandlung zu beziehen ist, beträgt RM 18,30, gebunden RM 19,80, für Mitglieder des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg und Hörer der Vortragsreihe RM 13,72, gebunden RM 14,85.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Danzig. 25. 10. (Mo), 20^{00}, T. H.: „Probleme der Wählertechnik" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. J. Boysen VDE.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Wilhelmshaven. 26. 10. (Di), 20^{30}, Altdeutsche Bierstuben: „Der Kathodenstrahl-Oszillograph als Universalmeßgerät in der Stark- und Schwachstrommeßtechnik". Dipl.-Ing. Bauch.

VDE, Bezirk Nordhessen, Kassel. 22. 10. (Fr), 20^{15}, Hess. Landesmuseum: „Erfahrungen mit der vorbeugenden Prüfung von Hochspannungsnetzen durch Erdpunktverlagerung". Obering. A. von Schaubert VDE.

VDE, Bezirk Mosel, Trier. 27. 10. (Mi), 20^{00}, Winzerstube „Zur Krim": „Neuzeitliche Leistungsschalter in kleinen und großen Schaltanlagen". Obering. Meiners VDE.

VDE, Bezirk Saar, Saarbrücken. 22. 10. (Fr), 20^{00}, Handwerkskammer: „Meldung dringender Luftschutzaufgaben in Städten und großen Industriewerken mittels zentraler Transkommando-Fernsteuerung über das vorhandene Starkstromnetz" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. Jacob VDE.

VDE, Bezirk Württemberg, Stuttgart. 28. 10. (Do), 20^{00}, El. Inst.: „Der Sicherheitsgedanke bei Elektrowerkzeugen und Geräten mit Kleinstmotoren". Dr. Dransfeld.

Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Feyerabend.

Der in Berlin im Ruhestand lebende frühere Staatssekretär im Reichspostministerium Dr.-Ing. E. h. Ernst Feyerabend VDE vollendete am 20. 10. das 70. Lebensjahr. Über 46 Jahre hat er, von Stufe zu Stufe bis zur Stelle des obersten Leiters für das gesamte Fernmeldewesen emporsteigend, im Dienste der Deutschen Reichspost gestanden[1]). Schon früh

E. Feyerabend.

lenkte seine hohe Begabung die Aufmerksamkeit auf ihn, und man wies ihm Aufgaben zu, die ein besonderes Können verlangten. Als junger Beamter betätigte er sich erfinderisch im Telegraphenversuchsamt und richtete das Postmuseum neu ein. Als Leiter der Apparatewerkstatt des Reichspostamts stellte er die technische und wirtschaftliche Entwicklung des gesamten, z. T. veralteten Apparate- und Schaltungswesens auf neue Grundlagen und führte eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie herbei. In der Zeit, als man es für zweckmäßig hielt, den Fernsprechämtern ein möglichst großes Fassungsvermögen zu geben, erhielt Feyerabend den Auftrag, ein einheitliches, sämtliche Fernsprechanschlüsse von Hamburg, Altona und Umgebung aufnehmendes Fernsprechamt mit einer Endaufnahmefähigkeit von 80 000 Teilnehmern aufzubauen. Die Aufgabe, für die es kein Vorbild gab, stellte technisch, organisatorisch und verwaltungsmäßig sehr hohe Anforderungen; sie wurde bewältigt mit dem Ergebnis einer außerordentlichen Verbesserung des Fernsprechbetriebes in Hamburg und einem daraus folgenden ungeahnten Verkehrsaufschwung. Im Jahre 1911 wurde Feyerabend in das damalige Reichspostamt einberufen. Hier hat er es, als Vortragender Rat, als Ministerialdirektor (1920) und als Staatssekretär (1926) verstanden, die Entwicklung des Fernmeldewesens trotz der schwierigen Zeitverhältnisse stetig weiter zu fördern und es, der fortschreitenden Entwicklung entsprechend, in Technik, Verwaltung und Betrieb auf der Höhe der Leistungsfähigkeit zu erhalten. Besonders mögen erwähnt werden die Förderung des automatischen Betriebs, an dessen Vorbereitung und erster Einführung er maßgebend beteiligt war, die Mitwirkung bei Schaffung des Telegraphentechnischen Reichsamts (jetzigen Reichspostzentralamts) ebenso bei der Einrichtung der Telegraphenbauämter als selbständiger Organe für den Netzausbau, die Einführung der Fernschreibmaschinen in den Telegraphendienst, des Teilnehmer-Fernschreibbetriebs und des Fernsprechschnellverkehrs, die Umgestaltung des Fernsprechtarifs zu einer tragfähigen Grundlage des Fernsprechwesens, die Sorge für geeigneten Personalnachwuchs, namentlich für die technischen Aufgaben, und für dessen Ausbildung und Schulung. Auch als Fachschriftsteller hat sich Feyerabend vielfach betätigt, daneben hat er durch Vorträge im VDE und anderen Vereinen häufig zu Fragen des Fernmeldewesens Stellung genommen.

An Auszeichnungen hat es bei dieser vielseitigen und fruchtbaren Wirksamkeit nicht gefehlt. Schon in der Zeit vor dem Kriege wurde er durch Verleihung kaiserlicher Orden ausgezeichnet. Die T. H. Berlin verlieh ihm die Würde eines Dr.-Ing. E. h., die T. H. Danzig ernannte ihn zu ihrem Ehrenbürger, von der Universität Göttingen erhielt er die Gauß-Weber-Denkmünze. Der damalige Elektrotechnische Verein in Berlin, der heutige VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg, dem er lange Jahre als tätiges Mitglied angehörte und dessen Vorsitzender er in den Jahren 1929 bis 1931 war, ehrte ihn durch Verleihung der Siemens-Stephan-Gedenkplatte.

[1]) Vgl. die Würdigung der Tätigkeit Feyerabends in der ETZ 54 (1933) S. 95.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Allianz und Stuttgarter Verein, Berlin. 29. und 30. 10. (Fr. u. Sa), I. Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee 20/22: 2. Betriebsleiter-Tagung mit zahlreichen Vorträgen und Besichtigungen, von denen wir die den Elektrotechniker interessierenden herausgreifen, die am 30. 10. gehalten werden.

9^{15} 1. Anregungen für die richtige Durchführung von Betriebsprüfungen an elektrischen Maschinen. Dipl.-Ing. O. Krines VDE.

10^{00} 2. Schadenquellen in Turbogeneratoren, Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden im Betrieb und bei Ausführung von Reparaturen. Dipl.-Ing. Braun VDE.

10^{00} 3. Erfahrungen und Neuerungen auf dem Gebiet der magnetischen Werkstoffprüfung. Dr.-Ing. R. Berthold.

10^{00} 4. Betriebserfahrungen mit Kondensatoren in Starkstromanlagen. Prof. Dr.-Ing. habil. H. Schwenkhagen VDE.

10^{40} 5. Planung und Ausführung elektrischer Raumheizung in der Materialprüfstelle der Allianz. Dipl.-Ing. A. Buch.

11^{20} 6. Betriebserfahrungen mit regenerierten Isolier- und Schmierölen. Dr.-Ing. H. Richter.

12^{00} 7. Einige Erfahrungen aus amerikanischen Kraftwerksbetrieben. Dir. Dipl.-Ing. W. Ellrich.

12^{00} 8. Schlußansprache. Dir. Dr. jur. W. Eggerss.

Auskunft erteilt die Maschinen-Abteilung des Vereins, Berlin W 8, Taubenstraße 1—2. Fernspr.: 11 00 32, App. 311.

Verein deutscher Ingenieure, Berlin, auf Veranlassung des Amtes für deutsche Roh- und Werkstoffe und in Verbindung mit der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde.

5. und 6. 11. (Fr u. Sa), Krolloper: Magnesiumtagung mit 11 Vorträgen über die wirtschaftliche Bedeutung der Magnesiummetalle.

Teilnehmerkarten zum Preise von 5 RM sind im Ingenieurhaus zu erhalten.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:
Dr.-Ing. habil. W. Peters VDE, Berlin-Westend, Tannenberg-Allee 22b.
Dipl.-Ing. Eberhard Schulz VDE, Berlin-Nikolassee, Beskidenstr. 60.
Dr.-Ing. F. Stier VDE, Berlin-Wilmersdorf, Bechstedterstr. 7, I.
Dr.-Ing. H. Anschütz VDE, Berlin-Tempelhof, Alboinstr. 35, I.
Dr. F. Hoffmann, Berlin-Charlottenburg, Pestalozzistr. 43.

Abschluß des Heftes: 15. Oktober 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 28. Oktober 1937** **Heft 43**

Betriebserfahrungen mit Erdungs-, Nullungs- und Schutzschaltungs-Einrichtungen in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung.

Von **Erich Krohne** VDE, Berlin.

621. 316. 9 : .1

Übersicht. Nach einer Beschreibung der vom VDE erlassenen Schutzvorschriften gegen unzulässige Berührungsspannungen in Anlagen unter 1000 V werden die in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung angewendeten Schutzmaßnahmen und ihre Bewährung an Hand vorgekommener Unfälle erörtert*).

Die weite Verbreitung elektrischer Niederspannungsanlagen und der Umstand, daß ein außerordentlich großer Personenkreis mit diesen Anlagen umzugehen hat, der zum Teil nicht hinreichend geschult und über die Gefahren des elektrischen Stromes unterrichtet ist, machen gelegentliche Unfälle unter Einwirkung des elektrischen Stromes leider unvermeidlich. Ein Blick auf die Unfallstatistiken (Zahlentafel 1)[1]) lehrt, daß neben den Hochspannungsunfällen auch die Niederspannungsunfälle in jedem Jahre eine beträchtliche Zahl ausmachen. Von allen von der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik entschädigten Unfällen der letzten sechs Jahre sind im Mittel 37 % in Niederspannungsanlagen bis 250 V gegen Erde aufgetreten. Die Zahl der in Niederspannungsanlagen vorgekommenen Unfälle mit tödlichem Ausgang ist wenn auch nicht sehr hoch, so doch auch nicht zu vernachlässigen. Geht man den einzelnen Unfällen und ihren Ursachen nach, so findet man, daß der weitaus größte Teil auf eine fahrlässige unmittelbare Berührung stromführender Anlageteile zurückzuführen ist. Schutzmaßnahmen hiergegen zu finden ist außerordentlich schwierig, vielleicht sogar unmöglich, wenn man die Wirtschaftlichkeit nicht aus dem Auge verlieren will. Hier kann nur eine weitere gründliche Aufklärung vorbeugend helfen.

Zahlentafel 1. Elektrische Unfälle.

Jahr	Zahl der entschädigten Unfälle (= 100 %)	Niederspannung %	Hochspannung %	Unfälle mit tödlichem Ausgang: Niederspannung %	Unfälle mit tödlichem Ausgang: Hochspannung %
Deutschland: Berufsgenossenschaft der Feinmechanik u. Elektrotechnik					
1935	139	36	64	16	42
1934	115	44	56	14	35
1933	124	32	68	13	39
1932	108	36	64	14	29
1931	166	40	60	17,5	22
1930	196	34	66	18	30
Durchschnitt:		37	63	15	33
Schweiz: Starkstrominspektorat					
1935	84	56	44	19	6
1934	118	41	59	9	14
1933	123	39	61	6,5	17
1932	90	46	54	11	17
1931	102	43	57	19	20
1930	111	43	57	8	16
Durchschnitt:		47	55	12	15

Anders liegen die Verhältnisse, wenn nicht zur Stromführung bestimmte Teile, wie die Gehäuse von Maschinen oder Geräten, gelegentlich beim Auftreten eines Fehlers eine Spannung annehmen. Technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte verbieten leider, die Isolation der Wicklungen von Stromverbrauchern derartig herzustellen, daß nicht einmal infolge natürlicher Alterung oder infolge einer mechanischen Beschädigung die Isolation durchbrochen wird und damit ein in der Regel nicht stromführender Metallteil mit einem stromführenden Verbindung erhält. Um die hierdurch entstehenden Gefahren soweit als möglich zu beseitigen, hat der VDE für besondere Fälle Schutzmaßnahmen vorgeschrieben. Die Notwendigkeit besonderer Schutzmaßnahmen richtet sich bekanntlich nach der Beschaffenheit der Räume und nach der Höhe der einer Berührung zugänglichen Spannung. Die Fälle, in denen Schutzmaßnahmen erforderlich sind, sind aus Zahlentafel 2 ersichtlich.

Zahlentafel 2. Notwendigkeit von Schutzmaßnahmen nach VDE 0140 (L.E.S. 1).

Beschaffenheit der Räume	der Berührung zugängliche Spannung gegen Erde: 0 bis 65 V	66 bis 250 V	über 250 V
trockene Räume	keine Schutzmaßnahmen erforderlich	keine Schutzmaßnahmen	Schutzmaßnahmen stets erforderlich
besonders gefährdete Räume (leitfähiger Fußboden oder Isolation vermindert durch Feuchtigkeit, chem. Einflüsse, Wärme)		Schutzmaßnahmen erforderlich	

Die Frage nach der für den menschlichen Körper noch gerade zulässigen Stromstärke und der zulässigen Berührungsspannung ist des öfteren untersucht worden, ohne daß man bis heute zu einem endgültigen Urteil gekommen wäre. An Hand vorliegender Versuche wird man jedoch kaum fehlgehen, wenn man eine Stromstärke von 20 mA als Grenze betrachtet. Bei diesem Werte traten bereits schmerzhafte Krampfwirkungen ein, die ein Loslassen der bei den Versuchen verwendeten Elektroden nicht mehr ermöglichten.

Hinsichtlich des Widerstandes des menschlichen Körpers haben wohl die vor wenigen Jahren von Frei-

*) Auszug aus einem Vortrag in der erweiterten Sitzung des Ausschusses für Elektrotechnik beim Reichsverband der Technischen Überwachungs-Vereine E. V. am 12. 2. 1937 in Frankfurt am Main.

[1]) Die Unfallzahlen der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik erfassen nur die von der Berufsgenossenschaft betreuten gewerblichen Betriebe. Unfälle in anderen Anlagen, wie Haushaltungen usw., sind in der Aufstellung nicht enthalten. Die Zusammenstellung erhebt demnach keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Unfallzahlen des Schweizerischen Starkstrominspektorates sind dem Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 249 und den vorhergehenden Jahrgängen entnommen.

Digitized by Google

berger durchgeführten Versuche den größten Einblick verschafft[2]). Abb. 1 gibt einen Überblick über dessen Ergebnisse, die die Abhängigkeit des Widerstandes von den verschiedenen Einflußgrößen, Höhe der wirksamen Spannung, Feuchtigkeit der Haut und Körperbau erkennen lassen. Legt man die mittlere Kurve als Durchschnittswert zugrunde, so findet man, daß bei etwa 65 V bei einem Körperwiderstand von rd. 3000 Ω der Grenzstrom von 20 mA bereits erreicht wird. Die in den VDE-Vorschriften noch als zulässig angesehene und besondere Schutzmaßnahmen entbehrlich machende Spannung von

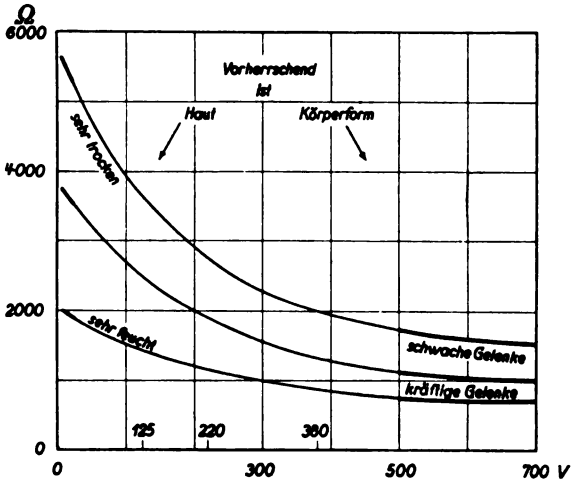


Abb. 1. Ermittlung des Unfallwiderstandes.

65 V findet damit ihre Bestätigung. Eine unbedingte Gewähr für die Ungefährlichkeit vermag diese Spannung indessen nicht zu bieten. Die Freibergerschen Versuche lassen erkennen, daß unter ungünstigen Umständen, beispielsweise bei sehr feuchter Haut oder bei starkem Körperbau, auch schon bei 65 V wesentlich höhere Ströme als 20 mA auftreten können. Die Schweizerischen Vorschriften haben dem Rechnung getragen, indem sie nicht 65 V, sondern nur 50 V als noch zulässigen Spannungsgrenzwert angeben.

Um nun bei höheren Spannungen eine Gefahr für die Bedienung nach Möglichkeit auszuschließen, sehen die Verbandsvorschriften, abgesehen von der Forderung einer sicheren Bauweise, Schutzmaßnahmen vor, die allerdings ausdrücklich als Behelf angesprochen werden. In erster Linie muß es Aufgabe des Baues der elektrischen Geräte, vornehmlich hinsichtlich der sorgfältigen Isolierung stromführender Teile, sowie Sache der Montage sein, das Auftreten von gefährlichen Spannungen zu vermeiden. Die darüber hinaus vorgesehenen Schutzmaßnahmen sind teils vorbeugender Art, teils sollen sie durch Spannungsbegrenzung bzw. durch Fehlerabschaltung die Gefahr beseitigen.

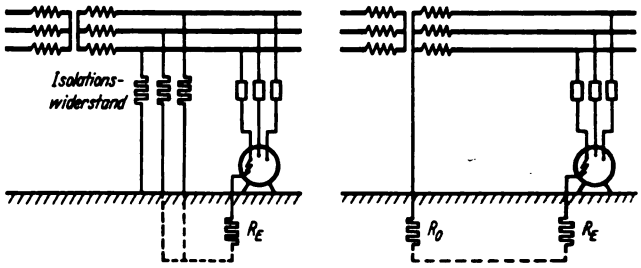
Der beste vorbeugende Schutz wäre das Isolieren aller der Berührung zugänglichen Metallteile oder womöglich der Ersatz dieser Metallteile durch solche aus einem nichtleitenden Werkstoff. Obwohl man dieser Maßnahme in den letzten Jahren eine weitgehende Beachtung geschenkt hat und sie auch weiterhin in großem Umfange verwenden wird, ist eine allgemeine Anwendung doch leider nicht möglich. Bei vielen Geräten ist man entweder aus Festigkeitsgründen oder mit Rücksicht auf magnetische oder Wärmeleitfähigkeit auf Metallteile angewiesen.

Auch die Verwendung von ungefährlichen Kleinspannungen bis 42 V ist nicht allgemein durchführbar, da Geräte und Installationen bei Stromverbrauchern größerer Leistung nicht mehr wirtschaftlich auszuführen wären. Umfangreichere Anwendung haben nur diejenigen Maßnahmen gefunden, die entweder die gefährliche Spannung auf einen Höchstwert — nämlich auf die noch als zulässig angesehene Spannung von 65 V — begrenzen oder durch eine Fehlerabschaltung den gefahrvollen Zustand beseitigen. Als solche Maßnahmen kommen in Frage:

1. die Erdung,
2. die Nullung,
3. die Schutzschaltung.

1. Anwendung der Erdung.

Die Schutzerdung soll erreichen, daß zwischen Metallteilen eines elektrischen Gerätes, die im Fehlerfalle eine Spannung annehmen, und Erde keine gefährlichen Spannungen auftreten können, oder aber daß der Fehlerstrom innerhalb kürzester Zeit abgeschaltet und damit der gefahrbringende Zustand beseitigt wird. Damit diese Wirkung erzielt wird, darf die Größe des Erdungswiderstandes ganz bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten, für deren Bemessung die Verbandsvorschriften genaue Formeln angeben. Abb. 2 enthält die nach diesen Formeln ermittelten Erdungswiderstände in Abhängigkeit von der Sicherungsnennstromstärke des zu erdenden Gerätes für betriebsmäßig nicht geerdete Netze sowie für Netze mit starrer Sternpunktserdung. Man erkennt, daß die Erdungswiderstände bei hohen Sicherungsstromstärken nur sehr geringe Werte besitzen dürfen.



a) Sternpunkt nicht geerdet

$$R_E \leq \frac{65\ \text{V}}{\text{Abschaltstrom}}$$

Sicherungsstromstärke	6	10	15	20	25	35 A
$R_E \leq$	4,3	2,6	1,7	1,3	1,0	0,75 Ω

b) Sternpunkt geerdet

$$R_E \leq \frac{\text{halbe Spannung gegen Erde}}{\text{Abschaltstrom}}$$

Sicherungsstromstärke	6	10	15	20	25	35 A
380/220 V: $R_E \leq$	7,3	4,4	2,9	2,2	1,75	1,25 Ω
220/127 V: $R_E \leq$	4,2	2,5	1,7	1,3	1,0	0,73 Ω

Abb. 2. Schutzerdung.

In ländlichen Netzen oder auch in Ausläufern von städtischen Netzen ist es häufig schwierig, Erdungen mit derartig geringen Widerständen ohne erheblichen Kostenaufwand zu finden. Diese Schwierigkeiten können dadurch vergrößert werden, daß sich der Erdungswiderstand je nach den schwankenden Witterungseinflüssen in erheblichem Umfange, je nach der Bodenbeschaffenheit bis zu einem Schwankungsverhältnis 1 : 4 ändern kann. Für solche Netze wird also die Schutzerdung nur auf Anschlüsse mit geringer Sicherungsnennstromstärke beschränkt bleiben müssen.

Ein besseres Anwendungsgebiet für die Schutzerdung bieten städtische Verteilungsnetze, in denen die Kabelmäntel sowie das ausgedehnte Wasserleitungsnetz oder auch zweckmäßig die Kombination beider sehr gute Erdungsmöglichkeiten bieten. Im Berliner Wasserleitungsnetz durchgeführte umfangreiche Widerstandsmessungen haben ein im allgemeinen durchaus befriedigendes Ergebnis gezeitigt. Dabei stellte sich heraus, daß der Widerstand selbst der vom Gesamtverteilungsnetz abgetrennten Hauswasserleitungen meistens unter 1 Ω, im Höchstfall bei 3 Ω lag. Meistens war kein Unterschied festzustellen, ob der Wassermesser eingebaut oder ob das Hauswassernetz vom Straßenrohrnetz getrennt war. Dies beweist wohl, daß die Befürchtung, eine zunehmende Verwendung von nichtleitenden Rohrverbindungsstücken oder Abzweigen könne den Erdwiderstand des Wasserleitungsnetzes verschlechtern, nicht begründet ist. Gleichfalls lehren diese Versuche, daß es keineswegs erforderlich ist, die Schutz-

[2]) H. Freiberger, Elektrizitätswirtsch. 32 (1933) S. 373 u. 452.

Digitized by Google

erdung vor dem Wassermesser anzuschließen. Diese Maßnahme, die die Verlegung eines besonderen Erdungsleiters erfordert, also zusätzliche Kosten hervorruft, würde die Schutzwirkung nicht vergrößern. Eher würde das Gegenteil, eine Verminderung der Schutzwirkung, eintreten. Bei einem solchen nachträglich verlegten und nicht zum Betriebsstromkreis gehörenden Schutzleiter muß immer mit gelegentlichen Unterbrechungen gerechnet werden. Im Gegensatz zur Wasserleitung, die immer nur kurzzeitig unterbrochen sein kann, wobei diese Unterbrechung sogar auf die Schutzwirkung sich meistens ohne Einfluß erwies, kann die Unterbrechung eines gesonderten Schutzleiters lange Zeit unbemerkt bestehen bleiben, da die Betriebsfähigkeit des Gerätes dadurch ja nicht betroffen wird. Im Falle der Unterbrechung wird bei einem Körperschluß die Schutzwirkung aber nicht nur aufgehoben, sondern die gefährliche Berührungsspannung vom eigentlichen Störungsherd auf sämtliche Geräte, die an die gemeinsame Erdungsleitung angeschlossen sind, übertragen. Der Gefahrenbereich wird dadurch wesentlich vergrößert. Die beste Schutzwirkung wird durch den unmittelbaren und kürzesten Anschluß der zu erdenden Geräte an die Wasserleitung erreicht. Eine Überbrückung des Wassermessers wird in manchen Fällen die Schutzwirkung erhöhen und sollte daher allgemein vorgesehen werden. Zweckmäßig wird es sein, auch die sonstigen im Berührungsbereich liegenden Systeme, wie Heizkörper von Zentralheizungen, leitende Gebäudebauteile und sonstige Leiter, die mit dem Erdboden gute Berührung haben, in die Erdung einzubeziehen. Dann dürfte der größtmögliche Schutz gewährleistet sein. Leider besitzen einige Wasserwerke immer noch Bedenken, Schutzerdungen über ihre Leitungen zuzulassen, weil hierin eine Gefährdung der Leitungsrohre und des Wasserwerkspersonals gesehen wird. Diese Befürchtungen sind jedoch nicht begründet. Daher ist zu wünschen, daß auch diese Werke ihre Bedenken bald fallen lassen, so daß dann einer allgemeinen Benutzung der Wasserleitung zu Zwecken der Schutzerdung kein Hindernis entgegensteht.

Die im Berliner Wasserleitungsnetz gefundenen Ergebnisse finden ihre Bestätigung in Meßergebnissen, die aus anderen Netzen bekannt geworden sind. Meistens dürfte das Wasserleitungsnetz einen so geringen Erdungswiderstand besitzen, daß die Schutzerdung der größten Zahl von elektrischen Stromverbrauchern bis zu einer Sicherungsnennstromstärke von etwa 20 bis 25 A zugelassen werden kann. Bevor man die Schutzerdung anwendet, wird es zweckmäßig sein, sich durch eine Messung von dem vorliegenden Erdungswiderstand der Wasserleitung zu überzeugen. Besonders bei Geräten mit größeren Sicherungsnennstromstärken ist dies wichtig. Über ein einfaches Prüfgerät hierfür wird später noch berichtet.

2. Anwendung der Nullung.

In denjenigen Netzen, die einen Nulleiter besitzen — in Deutschland wird es sich meistens um Vierleiternetze 380/220 V handeln —, wird man zweckmäßig von der Nullung als Schutzmaßnahme Gebrauch machen. In genullten Netzen wird der Körperschluß zu einem einphasigen Kurzschluß zwischen Phasen- und Nulleiter. Damit der sich ausbildende Fehlerstrom mit Sicherheit zur Abschaltung der Gerätesicherung oder einer anderen vorhandenen Überstrom-Schutzeinrichtung führt, stellen die Verbandsvorschriften ganz bestimmte Voraussetzungen an den Nulleiter, die er erfüllen muß, wenn er seinen schutztechnischen Aufgaben gewachsen sein soll:

1. Die Leitungsquerschnitte von Außen- und Nulleiter müssen so bemessen sein, daß bei einem Kurzschluß zwischen Außen- und Nulleiter mindestens der Abschaltstrom, d. h. der 2,5fache Nennstrom der vorgeschalteten Sicherung, zum Fließen kommt.
2. Der Nulleiter muß sicher geerdet sein.
3. Der Nulleiter ist ebenso sicher wie die Außenleiter zu verlegen.

In städtischen Netzen, die fast ausschließlich als Kabelnetze betrieben werden, sind die genannten drei Bedingungen im allgemeinen als erfüllt anzusehen. Unterbrechungen des Nulleiters ohne gleichzeitige Unterbrechung der Phasenleiter sind dabei nicht zu befürchten. In Freileitungsnetzen bedeutet die Nulleiterunterbrechung bekanntlich eine große Gefährdung. Bei unsymmetrischen Belastungen können der hinter der Bruchstelle liegende Teil des Nulleiters und damit alle an diesen angeschlossenen Geräte Spannungen annehmen, die je nach den Erdungsverhältnissen bis zur Phasenspannung ansteigen können. Diese Gefahr scheidet bei Kabelnetzen wohl aus. Trotzdem muß für eine häufige und unbedingt sichere Erdung des Nulleiters gesorgt werden. Bei einer unzuverlässigen Erdung des Nulleiters könnte er sonst auch ohne Unterbrechung eine gefährliche Spannung annehmen. Unterstellt man einmal, daß ein Außenleiter beispielsweise in einer Installation einen Erdschluß gegen ein Wasserleitungsrohr erhielte und daß der Erdungswiderstand der Wasserleitung sehr gering, derjenige des Nullleiters dagegen beträchtlich sei, so wäre die Folge, daß der erdgeschlossene Außenleiter angenähert die Spannung Null, der Nulleiter und damit alle genullten Geräte dagegen die Phasenspannung annehmen. Es ist denkbar, daß dieser Zustand längere Zeit bestehen kann, ohne daß er durch eine Sicherung abgeschaltet wird. Man erkennt, wie wichtig eine gute Erdung des Nulleiters ist. Ähnliche Gefährdungen können eintreten, wenn in einem Netz, in dem an und für sich die Nullung angewendet wird, selbständige Schutzerdungen vorgenommen werden. Dieses Nebeneinanderbestehen der beiden Schutzarten im selben Netz erklären die VDE-Vorschriften daher ausdrücklich für unzulässig.

Die Erdung des Nulleiters muß so beschaffen sein, daß sie im Fehlerfalle entweder eine Spannungsverlagerung unmöglich macht oder aber zum Abschmelzen der nächsten Sicherung im Außenleiter führt. Die häufige Verbindung des Nulleiters mit dem Kabelbleimantel und dem Wasserleitungsnetz ist daher zu fordern. Darüber hinaus ist es auch bei der Nullung von Vorteil, in den Hausinstallationen alle vorhandenen Erdungen, wie Bauteile und Einrichtungen der Gebäude und Zentralheizungen, kurz alle diejenigen mehr oder weniger guten Erdungen, auf die im Fehlerfalle ein Stromübertritt vom Niederspannungsnetz her möglich ist, an den Nulleiter mitanzuschließen. Dadurch werden alle Potentialunterschiede zwischen zwei verschiedenen Leitungssystemen, die der gleichzeitigen Berührung zugänglich sind, ausgeschlossen.

Man darf wohl sagen, daß ein Nullungssystem, das diesen Bedingungen genügt, die größtmögliche Sicherheit gewährleistet. Zugleich ist es auch die Schutzmaßnahme, die mit dem geringsten Aufwand an Kosten durchführbar ist. Der Gedanke liegt nahe, die Nullung auch in Netzen, die über keinen besonderen Nulleiter verfügen, anzuwenden. Eine nachträgliche Verlegung des Nulleiters käme hierfür allerdings nicht in Frage, da sie, abgesehen von der technischen Unzulänglichkeit einer derartigen Betriebsführung, nur mit erheblichen Kosten durchgeführt werden kann. Man könnte jedoch daran denken, den vorhandenen Kabelbleimantel als Nulleiter zu verwenden. So bestechend dieser Gedanke zunächst erscheint, so stößt auch er in der Durchführung auf erhebliche Schwierigkeiten. Vielfach hat man früher auf die Verbindung der Kabelbleimäntel in Muffen und Verteilerkästen wenig Wert gelegt, so daß der Bleimantel also keinen durchgeschalteten Leiter darstellt, den Nullungsbedingungen also keineswegs entspricht. Um dem Kabelbleimantel Nulleitungseigenschaften zu geben, müßte man also jede einzelne Muffenverbindung überprüfen und etwa nicht bestehende Bleimantelverbindungen nachträglich vornehmen oder ungenügende verbessern. Die Durchführung dieser Arbeiten würde das Schutzsystem kaum noch wirtschaftlich gestalten. Deswegen hat man, soweit mir bekannt ist, den Bleimantel nur in vereinzelten Fällen in Netzen

Digitized by Google

geringer Ausdehnung als Nulleiter verwendet. Dabei diente der Bleimantel als Nulleiter allerdings nicht ausschließlich schutztechnischen, sondern auch betriebstechnischen Aufgaben, weil man ein ursprüngliches Dreileiternetz unter gleichzeitiger Erhöhung der Spannung und Leistungsfähigkeit zu einem Vierleiternetz umgestalten wollte[3]).

3. Anwendung der Schutzschaltung.

In den Fällen, in denen kein geeigneter Nulleiter vorhanden ist und auch Erdungsmöglichkeiten mit hinreichend geringen Widerständen nicht bestehen, kommt als dritte Lösung die Schutzschaltung in Frage. Sie benötigt zwar auch eine Erdung, stellt aber an die Güte dieser Erdung keinerlei Anforderungen und ist daher in allen Fällen anwendbar, verursacht jedoch für den Stromverbraucher meistens etwas höhere Anlagekosten als die anderen Schutzarten. Der wesentliche Bestandteil der Schutzschaltung, der Schutzschalter selbst, besitzt eine hohe Empfindlichkeit. Die Ansprechspannung der zwischen das Metallgehäuse des zu schützenden Gerätes und Erde eingeschalteten Fehlerstromspule liegt je nach Fabrikat etwa zwischen 12 und 20 V, also noch weit unterhalb der als zulässig angesehenen Berührungsspannung von 65 V. Die Fehlerstromspule hat einen Widerstand von etwa 300 bis 1000 Ω. Er ist also wesentlich größer als selbst ein schlechter Erdungswiderstand, den man daher stets dem Spulenwiderstand gegenüber vernachlässigen kann. Man kann also durch den Schutzschalter auch bei ungünstigen Erdungsverhältnissen einen einwandfreien Schutz gegen gefährliche Berührungsspannung erreichen.

4. Vergleich der Schutzarten.

Wägt man nun die verschiedenen Schutzmaßnahmen gegeneinander ab, so ist es nicht möglich, der einen vor der anderen den Vorzug zu geben. Vielmehr wird jede Maßnahme, sofern sie den örtlichen Verhältnissen angepaßt und sorgfältig ausgeführt ist, einen durchaus ausreichenden Schutz gewähren. Aus diesem Grunde findet man auch kaum bei den verschiedenen Elektrizitätswerken nur eine einzige Schutzmaßnahme, die allgemein vorgeschrieben wird. Meistens bestehen — wenn man von der Isolierung und Kleinspannung als Schutzmaßnahmen mit nur beschränktem Anwendungsbereich absieht — die drei Möglichkeiten, Erdung, Nullung und Schutzschaltung, innerhalb desselben Unternehmens nebeneinander. Dieses Nebeneinanderbestehen gilt natürlich nur mit den Einschränkungen, die auch die Verbandsvorschriften machen, insofern als beispielsweise in dem gleichen Netz nicht die Nullung und die selbständige Schutzerdung gleichzeitig Anwendung finden dürfen.

In den Niederspannungsnetzen der Bewag — als Beispiel einer großstädtischen Versorgung — wird in den Netzen mit Nulleiter die Nullung allgemein angewendet. Es sind dieses die Gleichstrom-Dreileiternetze der Innenstadt mit einer Spannung von 2 × 220 V und die neueren Drehstrom-Vierleiternetze 3 × 380/220 V, die überwiegend als Kabelnetze ausgebaut sind. In ihren Dreileiternetzen 3 × 220 V verwendet die Bewag in großem Umfange mit Vorteil die Schutzerdung. In den städtischen Bezirken stellt das ausgedehnte Wasserleitungsnetz einen ausgezeichneten Erder dar, der selten einen Erdungswiderstand von 1 Ω überschreitet. Bislang war die Schutzerdung nach den Anschlußbedingungen der Bewag nur für Geräte bis zu 10 A Anschlußwert zugelassen. Auf Grund guter Erfahrungen ist der zulässige Anschlußwert neuerdings von 10 auf 20 A erhöht worden. Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß der Erdungswiderstand einen Wert von etwa 1 Ω nicht überschreitet. Wenn man in den weitaus meisten Fällen diesen Wert auch wird voraussetzen dürfen, so muß doch jedesmal die Schutzerdung von einer Widerstandskontrolle abhängig gemacht werden. Die auf dem Markt befindlichen Erdungsmesser haben den Nachteil, daß sie entweder für die Dauer der Messung die Abschaltung der zu prüfenden Installationsanlage vom Netz voraussetzen oder aber besondere Hilfserden erfordern. Die Durchführung einer solchen Messung wäre also mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Hinzu kommt, daß die Erdungsmesser nicht so preiswert sind, daß man ihre Anschaffung jedem Installateur ohne Härte zumuten kann. Die Bewag hat daher ein leicht zu handhabendes und billiges, aber trotzdem eine ausreichende Genauigkeit verbürgendes Meßgerät entwickelt. Dasselbe besteht aus einer Verbindung von zwei in Reihe geschalteten Installationsselbstschaltern und einem Vorschaltwiderstand, also aus Elementen, die in der Installationstechnik allgemein bekannt sind und die die Preiswürdigkeit des Gerätes verbürgen.

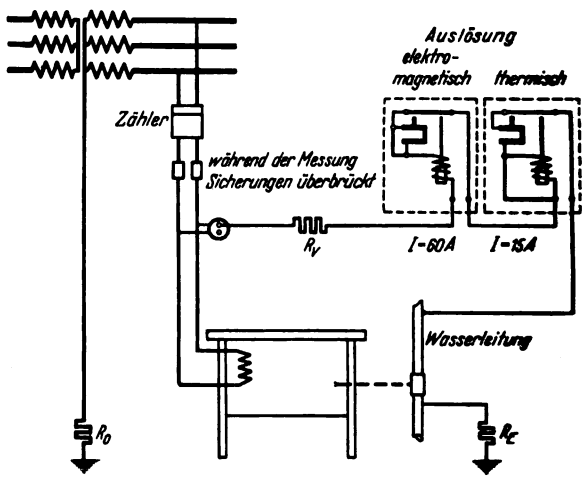


Abb. 3. Messung des Erdungswiderstandes.

Seine Schaltung zeigt Abb. 3. Die beiden Selbstschalter und der Vorschaltwiderstand sind zwischen eine Phase des Netzes und den zu überprüfenden Erdungswiderstand geschaltet. Der Prüfstrom wird dem Netz entnommen. Die Prüfung erstreckt sich, wie das Schaltbild erkennen läßt, nicht nur auf den Erdungswiderstand R_E allein, die Widerstände des Phasenleiters und der Betriebserdung des Netztransformators sind vielmehr in die Überwachung eingeschlossen. Für diesen ganzen der Prüfung unterliegenden Kreis könnte man an und für sich einen etwas höheren Wert als für die Schutzerdung allein zulassen. Man hat dies jedoch bewußt nicht getan, sondern läßt, von der Erwägung ausgehend, daß der Hauptwiderstand in der Schutzerdung liegt, den nach den Verbandsvorschriften zu fordernden Widerstand der Schutzerdung auch nur für den gesamten Kreis zu. Man gewinnt damit eine zusätzliche Sicherheit.

Von den beiden Selbstschaltern hat man in dem ersten Schalter die thermische, in dem zweiten dagegen die elektromagnetische Auslösung durch Überbrückung unwirksam gemacht. In dem ersten Schalter wirkt also nur die elektromagnetische Schnellauslösung; dieser Schalter ist das eigentliche Meßinstrument. Seine Ansprechstromstärke und der zugeordnete Vorschaltwiderstand sind so aufeinander abgestimmt, daß eine Auslösung nur dann erfolgt, wenn der Widerstand des Prüfkreises dem Sollwert entspricht oder ihn unterschreitet. Würde er ihn dagegen überschreiten, so kann eine Auslösung nicht erfolgen. Damit in diesem Falle eine Beschädigung der Zählerspulen vermieden wird, ist der zweite Selbstschalter mit seiner thermischen Auslösung als Überlastungsschutz vorgesehen. Seine Nennnstromstärke ist geringer als die des ersten Schalters und muß dem Zählernennstrom angepaßt sein. Man hat damit ein außerordentlich einfaches Überwachungsinstrument. Es ist zu erwarten, daß es dem Installateur eine leichte Handhabe der Widerstandsprüfung bietet. Es ähnelt in seiner Wirkungsweise dem

[3]) Elektrotechn. u. Masch.-Bau 53 (1935) S. 224; 54 (1936) S. 497 u. 513.

Digitized by Google

bereits in dieser Zeitschrift[4]) beschriebenen Meßgerät, welches vermittels eines Spannungsmessers zunächst die Spannung zwischen einer Phase des Netzes und der Erde, sodann den Spannungsabfall an einem zwischen Phase und Erde eingeschalteten Widerstand mißt und aus den beiden Ausschlägen die Ermittlung des Widerstandes des Schutzstromkreises ermöglicht.

In den Fällen, in denen die Kontrolle des Erdungswiderstandes unzulässig hohe Werte ergibt, so daß sich die Schutzerdung verbietet, oder für Geräte mit einem 20 A überschreitenden Anschlußwert bleibt schließlich die Schutzschaltung übrig.

Etwas abweichend von der Berliner Praxis ist diejenige der Hamburgische Electricitäts-Werke A.-G. Während man in Berlin in Netzen mit Nulleiter gerne von der Nullung Gebrauch macht und hierbei noch niemals ein Versagen der Schutzmaßnahme beobachtet hat, verläßt Hamburg immer mehr die Nullung. Es hat sich in Hamburg herausgestellt, daß mit gelegentlichen Unterbrechungen des Nulleiters gerechnet werden muß, so daß der Nulleiter nicht immer den früher erörterten Nullungsbedingungen entspricht. In Hamburg findet daher in vermehrtem Maße die Erdung und Schutzschaltung Anwendung.

Wenn man nun die Frage aufwirft, wie sich die Schutzmaßnahmen bei elektrischen Unfällen bewährt haben, und ob Unfälle durch das Vorhandensein einer Schutzmaßnahme vermieden worden oder Unfälle trotz einer bestehenden Schutzanlage vorgekommen sind, so ist die Antwort hierauf außerordentlich schwierig. Um die Frage ordnungsgemäß beantworten zu können, müßte man wissen, wieviel Fehlerfälle, d. h. Körperschlüsse, überhaupt in einer bestimmten Zeit vorgekommen sind, wie viele von diesen Fehlern durch die Schutzanlage richtig abgeschaltet wurden und wie viele zu Unfällen geführt haben. Erhebungen hierüber liegen jedoch nicht vor. Auch eine Beantwortung der Frage lediglich an Hand der Unfallstatistik ist nicht leicht, weil die Zahl der elektrischen Unfälle in Niederspannungsanlagen an sich glücklicherweise gering ist, und weil, wie bereits eingangs bemerkt, ein großer Teil der Unfälle durch fahrlässiges Berühren unter Spannung stehender Teile bedingt war. Diese Fälle müssen aber für die Betrachtung ausscheiden.

Es sind wohl einige tödliche Unfälle vorgekommen, die durch eine unsachgemäße Anordnung der Schutzmaßnahme bedingt waren. Doch auch diese Fälle können für die Beurteilung der angeschnittenen Frage kaum herangezogen werden, weil in diesen Fällen teilweise die unsachgemäße Anordnung die Schutzwirkung vollkommen aufhob. Teilweise sind diese Fälle heute deswegen gegenstandslos, weil die verwendeten unzulänglichen Konstruktionen heute nicht mehr zugelassen sind. Wenn beispielsweise bei einem tödlichen Unfall an einem ortsveränderlichen Motor mit dreipoligem Schutzkontaktstecker durch eine verhängnisvolle Verwechslung der Schutzleitung und der Phasenleitung das Motorgehäuse unmittelbar an Spannung gelegt wurde, so kann dieser Fall für die Beurteilung der Frage, ob sich die Schutzmaßnahme bewährt oder nicht, nicht herangezogen werden. Dieser Fall zeigt nur deutlich von neuem, wie wichtig es ist, daß sämtliche Arbeiten in elektrischen Anlagen nur von gelernten Fachleuten ausgeführt werden dürfen[5]). Ähnlich ist die Sachlage bei einem bereits einige Zeit zurückliegenden Fall, bei dem ein ordnungsgemäß geerdeter und mit einem Körperschluß behafteter Stromverbraucher zu einem tödlichen Unfall Anlaß gab, weil die Verbindung zur Erde unterbrochen war. Hier war ein Schutzkontaktstecker mit nur einem Schutzkontakt verwendet. Eine Verbindung zwischen Schutzkontakt am Stecker und Gegenfeder an der Steckdose war nicht vorhanden, weil die Feder der Steckdose verbogen war. Aus diesem Falle kann man also nur Rückschlüsse über die unzweckmäßige Bauart der seinerzeit verwendeten Schutzkontaktdose ziehen. Sie ist seit langem durch neue Bauarten ersetzt worden, die grundsätzlich zwei Schutzkontakte besitzen müssen.

Für Unfälle, die durch fehlende oder unsachgemäße Erdungen bedingt waren, kann noch eine Reihe von Beispielen angeführt werden, die jedoch auch keinen neuen Gesichtspunkt für die Beurteilung der Bewährung von Schutzanlagen liefert. In diesen Fällen verursachten gleichfalls mit Körperschluß behaftete Motoren tödliche Unfälle, weil eine Schutzerdung entweder überhaupt nicht vorgesehen oder aber durch Unterbrechung der Erdungsleitung oder wegen Lockerung der Anschlüsse unwirksam geworden war[6]).

Einiges Interesse verdient vielleicht ein tödlicher Unfall in einer Fleischerei. Wenn auch in diesem Falle eine unzulängliche Schutzeinrichtung kaum für den eingetretenen Unfall verantwortlich gemacht werden kann, so soll doch darauf eingegangen werden. Der Fall lehrt, daß alle Schutzmaßnahmen nur ein Behelf sind, und daß immer Fälle denkbar sind, in denen selbst einwandfreie Schutzeinrichtungen Schäden nicht verhüten können.

Ein zum Antrieb eines Wiegemessers über eine Transmission dienender Elektromotor war ordnungsgemäß geerdet. Das Wiegemesser selbst und die Metallteile eines großen Holzblockes zur Aufnahme des Wiegegutes waren dagegen nicht in die Erdung einbezogen. Diese Teile in die Schutzerdung einzuschließen, lag auch keinerlei Grund vor, da sie ja von dem Antriebsmotor durch eine Transmission getrennt, also hinreichend isoliert waren. Trotzdem wurde das Fehlen dieser Erdung zum Verhängnis. Zum Säubern des Holzblockes diente ein transportabler elektrisch betriebener Hobel. Beim Hobeln wurde nun die Zuleitung dieses Hobels über eine scharfe Kante des Wiegemessers gezogen und ihre Isolation dadurch beschädigt. Hierdurch geriet das Wiegemesser und über dieses ein den Holzblock einfassender Metallrand unter Spannung. Die Berührung dieses Metallrandes durch eine auf dem sehr feuchten Fußboden stehende Person führte zu dem tödlichen Unfall. Dieser hätte zwar voraussichtlich vermieden werden können, wenn man sämtliche der Berührung zugänglichen Metallteile an die Erdung angeschlossen hätte. Hierzu hatte jedoch, wie ausgeführt, keine Veranlassung vorgelegen. Bei der Erstellung der Anlage konnte man wohl trotz sorgfältigster Prüfung einen Unfallverlauf, wie er dann tatsächlich eingetreten ist, nicht voraussehen. Wenn man auch selbstverständlich bestrebt sein muß, den Schutzumfang so weit wie möglich zu erstrecken, so muß dem doch eine Grenze gesetzt sein.

Ähnlich wie bei der Schutzerdung muß auch bei der Nullung ihre Schutzwirkung naturgemäß in das Gegenteil umgekehrt werden, wenn die zu schützenden Metallteile anstatt an den Netz-Nulleiter an einen Phasenleiter angeschlossen werden, worüber das Schweizer Starkstrominspektorat[7]) berichtet. In diesem Falle war es bemerkenswert, daß der gefahrvolle Zustand wegen des gut isolierenden Fußbodens längere Zeit bestehen konnte, bis schließlich die gleichzeitige Berührung des Motorgehäuses und der mit Erde in Verbindung stehenden Zentralheizung zum Unfall führte.

Über die Schutzschaltung liegen umfangreichere Erfahrungen vor, wenn auch nicht auf Grund eingetretener Unfälle. Man hat vielmehr in jüngster Zeit eine planmäßige Untersuchung aller mit Schutzschaltung ausgerüsteten Verbraucher im Versorgungsgebiet der Bewag vorgenommen. Dabei hat man feststellen müssen, daß 14 % sämtlicher Schutzschalter unwirksam waren, im Fehlerfalle also nicht angesprochen hätten. Bei 4 % der Schalter waren es bauliche Mängel, Verklemmungen, ermüdete Federn und ähnliches. 10 % dieser Anlagen waren dagegen falsch installiert. In einigen Fällen lagen Schutzleitung und Erdungsleitung an der gleichen Klemme, die Fehlerspule war also gar nicht in den

[4]) M. Pflier, ETZ 57 (1936) S. 1425.
[5]) Über Unfälle mit gleicher Fehlerursache wird berichtet im Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 27 (1936) S. 385.
[6]) Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 26 (1935) S. 254.
[7]) Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 23 (1932) S. 135.

Digitized by Google

Schutzkreis einbezogen. Aus der Schutzschaltung war eine unmittelbare Erdung über einen vielfach wohl unzulänglichen Erdungswiderstand geworden. In anderen Fällen war durch blanke Verlegung der Schutz- und Erdungsleitung in feuchten Räumen oder auf leitenden Wänden die Fehlerstromspule überbrückt, ein Schutz also nicht vorhanden. Bei weiteren 12 % der Schalter war die Schutzwirkung wohl vorhanden, eine Prüfmöglichkeit infolge meist baulicher Mängel aber nicht gegeben. Ohne Beanstandung waren nur 74 % aller Anlagen. Man erkennt hieraus, daß der Schutzschalter noch erheblich der baulichen Verbesserung bedarf, und daß seiner sachgemäßen Installation größte Bedeutung beigemessen werden muß. Zu Unfällen haben diese mangelhaft angetroffenen Anlagen glücklicherweise nicht geführt.

Die geringe Zahl der bekanntgewordenen elektrischen Unfälle, die durch die Unzulänglichkeit der Schutzeinrichtungen bedingt waren, läßt ein Urteil über die praktische Bewährung oder über ein Versagen der Schutzmaßnahmen nur schwer finden. Anderseits dürfte man aber wohl kaum fehlgehen, wenn man gerade aus dieser geringen Unfallzahl den Schluß zieht, daß sich die Schutzmaßnahmen gut bewährt haben. Die vom VDE erlassenen Schutzvorschriften sind derartig vollständig, daß eine Erweiterung oder Vertiefung nicht notwendig ist. Die Vorschriften berücksichtigen alle Fehlermöglichkeiten und geben für alle Fälle eine Schutzlösung an. Wenn diese Schutzlösung den örtlichen Verhältnissen sorgfältig angepaßt ist, läßt sich überall der größtmögliche Schutz gegen gefährliche Berührungsspannungen bei einem Körperschluß elektrischer Geräte erreichen. Vielfach wird den Schutzmaßnahmen noch nicht die notwendige Aufmerksamkeit entgegengebracht, da die Anlagen ja auch ohne sie betrieben werden können. Es ist jedoch zu wünschen, daß durch intensive Aufklärung die Aufmerksamkeit mehr und mehr auf die Wichtigkeit der Schutzeinrichtungen hingelenkt wird, und daß die sorgfältige Auswahl und nicht zuletzt die peinlichste Ausführung der Schutzmaßnahmen zu einer weiteren Senkung der Unfallziffern beiträgt.

Zusammenfassung.

Von den zur Vermeidung unzulässiger Berührungsspannungen vorgesehenen Schutzmaßnahmen in Anlagen unter 1000 V finden die Isolierung und die Kleinspannung nur beschränkte Anwendung. Von der Erdung, Nullung und Schutzschaltung wird in der großstädtischen Elektrizitätsversorgung dagegen weitgehender Gebrauch gemacht. Diese drei Schutzmöglichkeiten gewähren, sofern sie den jeweiligen Netz- und Erdungsverhältnissen angepaßt und sorgfältig ausgeführt sind, den mit der Bedienung elektrischer Geräte betrauten Personen im Fehlerfalle einen vollkommenen Schutz. Hierfür kann als Beweis die geringe Zahl der in Niederspannungsanlagen vorgekommenen Unfälle angeführt werden. Die trotz Vorhandenseins einer Schutzmaßnahme vorgekommenen Unfälle waren meistens durch eine unsachgemäße Ausführung der Schutzanordnung bedingt und weisen darauf hin, daß der Erstellung der Schutzeinrichtungen die größtmögliche Sorgfalt geschenkt werden muß.

Gewitterschutz von Fernmeldeanlagen durch Überspannungsableiter.

Von **Wilhelm Peters VDE** und **Eberhard Schulz VDE**, Berlin.

(Schluß von S. 1133.)

621. 391. 31 : 621. 316. 93

5. Messungen an Überspannungsableitern.

Zur Feststellung der Belastungsfähigkeit bei Stoßströmen wurde eine Kondensatorbatterie von 8000 µF auf 1 kV aufgeladen und dann auf den Ableiter geschaltet. Der Stoßstrom war durch den Scheinwiderstand der Zuleitungen und des Meßwiderstandes begrenzt und betrug 15 kA bei einer Halbwertdauer von 300 µs. In der Amplitude entsprach er also der mittleren Stärke eines Blitzes, war jedoch von wesentlich längerer Dauer. Es wird so die erhöhte Wärmewirkung einer Mehrfachentladung nachgebildet. Ableiter nach Abb. 5 a und b in den gewöhnlichen Ausführungen zeigten schon nach einmaliger Stoßbelastung starken Abbrand: Das flüssige Metall wurde infolge des durch die schnelle Erwärmung entstehenden großen Luftdruckes (Knall) verspritzt, so daß die Ansprechspannung durchschnittlich um viele hundert Volt anstieg. Plattenfunkenstrecken nach Abb. 5 d bis f bekamen meist einen Elektrodenkurzschluß bei dieser starken Belastung. Der Schaden am Ableiter wird dann leicht bemerkt. Die Funkenstrecke der Abb. 5 f wurde mit einem Stromstoß von 15 kA und 8 C belastet; sie zeigte einen Kurzschluß. Das Oszillogramm des Stromstoßes und der Elektrodenspannung zeigt Abb. 9. [Die kurzzeitige Zündspannungsspitze wurde von der Oszillographenschleife (Grenzfrequenz 20 kHz) nicht mehr wiedergegeben.] Die Lichtbogenspannung beträgt bei dem hohen Druck etwa 50 V. Die Elektroden schmolzen erst ziemlich spät zusammen, etwa nach 6 ms, wie man am Spannungszusammenbruch erkennt.

Feinspannungsableiter sind derart hohen Beanspruchungen im allgemeinen nicht gewachsen. Kohleableiter zerbrechen meist durch den Luftdruck. Bei Gasableitern nach Abb. 5 h zerspringt häufig der Glaskörper infolge Überdruckes, manchmal schmelzen auch die Einführungen im Quetschfuß ab. Da aber Feinspannungsableiter immer zusammen mit Stromsicherungen und Grobspannungsschutz eingebaut werden, treten derartige Beanspruchungen am Feinschutz nicht oder nur beim Versagen eines anderen Teils der Schutzeinrichtung auf.

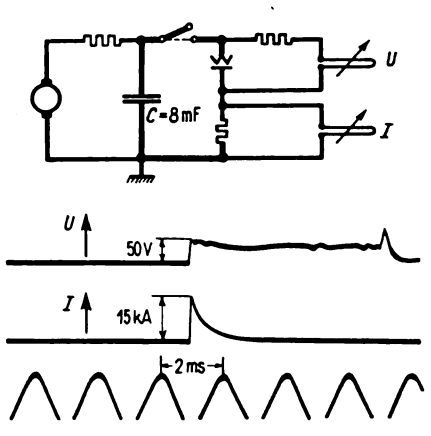


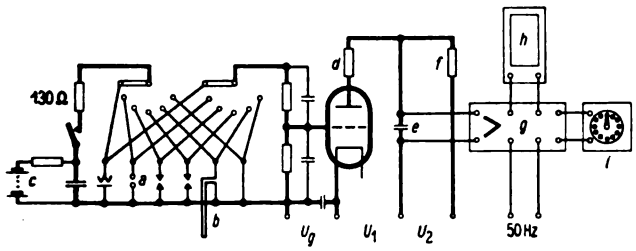
Abb. 9. Stoßstrombelastung einer Plattenfunkenstrecke.

Von erheblicher Bedeutung für das Schutzvermögen des Grob- und Feinspannungsableiters bei Stoßwellen ist die Frage des Zündverzuges. Der Zündverzug von Gasentladungsstrecken, insbesondere bei gleichförmigem Feld und Spitzenfeld, ist in den letzten Jahren weitgehend erforscht worden[9]). Er hängt von der Schnelligkeit des Spannungsanstieges (Kopfform), vom Stoßverhältnis

[9]) Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) H. 3, S. 13.

Digitized by Google

(Überspannungsspitze : Ansprechspannung), vom Gasdruck und von der Elektrodenform ab und läßt sich in zwei Zeitabschnitte: Streuzeit und Aufbauzeit, aufteilen. In der ersteren werden die Anfangsbedingungen für die Auslösung der Elektronenlawine geschaffen. Sie ist eine statistische Größe, die von dem zufälligen Vorhandensein freier Elektronen abhängt. In der Aufbauzeit entwickelt

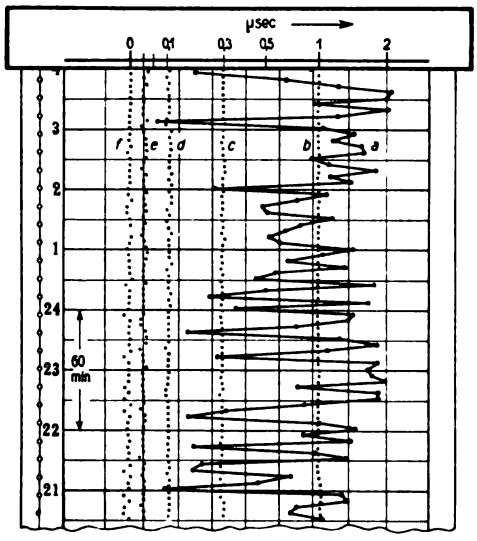


a 6 wahlweise anschaltbare Meßobjekte
b Wanderwellenleitung $Z = 130\ \Omega$
c Prüfspannung
d Ladewiderstand des Zeittransformators
e Meßkondensator des Zeittransformators
f Entladewiderstand des Zeittransformators
g Röhrenschaltung zur Messung der Entladezeit
h Sechsfarbenschreiber
i Sekundenuhr

Abb. 10. Gerät zur Messung der Ansprechverzögerung.

sich dann die Elektronenlawine bis zum Entladungsvorgang. Diese hat immer einen bestimmten Wert, der die kürzeste Verzugszeit bei der Streuzeit Null ist.

Der Zündverzug von verschiedenen Spannungsableitern wurde aus einer großen Zahl von Einzelmessungen mit einem schreibenden Gerät ermittelt. Es arbeitete nach dem Prinzip des Zeittransformators[10]); die Schal-

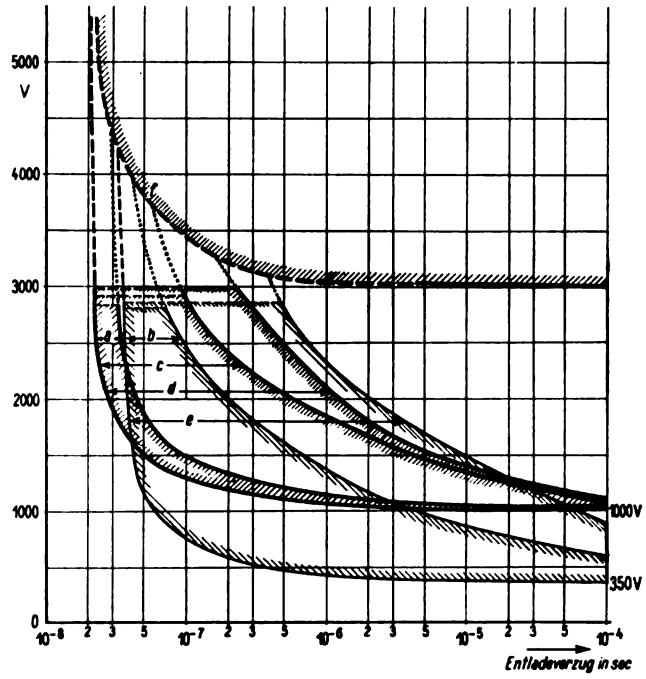


a Meßpunkte der statistisch verteilten Verzögerungszeiten eines Spannungsableiters ($U_a = 350$ V, $d = 0{,}06$ cm, $p = 80$ Torr, Argon) bei einer Prüfspannung von 1000 V
b···*e* Eichung des Gerätes durch Wanderwellenleitungen
b Leitung 87,0 m lang $t = 1$ µs
c „ 26,0 m „ $t = 0{,}3$ „
d „ 8,7 m „ $t = 0{,}1$ „
e „ 2,6 m „ $t = 0{,}03$ „
f Kurzschluß Nullinie

Abb. 11. Schreibstreifen des Kurzzeitmeßgerätes.

tung zeigt Abb. 10. Der Kondensator *e* wird über das Elektronenrohr während der kurzen Zündverzögerungszeit mit großem, konstantem Strom aufgeladen, indem die negative Sperrspannung des Elektronenrohres durch die Prüfspannung am Meßling aufgehoben wird. Spricht der Ableiter an, so bricht die Prüfspannung zusammen, und das Rohr wird wieder gesperrt. Die Aufladezeit ist also gleich der Verzugszeit des Ableiters. Der Kondensator *e* wird dann mit sehr kleinem, ebenfalls konstantem Strom wieder entladen. Die Entladezeit ist also wesentlich größer als die Aufladezeit, aber dieser proportional. Das Verhältnis von Entlade- zu Aufladezeit ist die Übersetzung des Zeittransformators. Die Entladezeit wird selbsttätig über eine Röhrenschaltung gemessen und an einer Sekundenuhr abgelesen oder durch einen Schreiber aufgezeichnet. Zeiten von 10^{-8} s können, auf diese Weise transformiert, noch gemessen werden.

Abb. 11 zeigt einen Ausschnitt aus einem Schreibstreifen. Zur gleichzeitigen Messung von fünf Prüflingen wurde ein Sechsfarbenschreiber verwendet. Der Übersicht halber zeigt Abb. 11 nur die Aufzeichnung für einen Ableiter mit verhältnismäßig großen Streuzeiten, während an die anderen Klemmen kurzgeschlossene Wanderwellen-



a Plattenfunkenstrecke in Luft $U_a = 1000$ V
b Hochleistungsspannungsableiter $U_a = 350$ V, Argonfüllung (Werte von 8 Ableitern)
c Kugelfunkenstrecke $U_a = 1000$ V; Radius 1,3 cm
d Schneidenfunkenstrecke $U_a = 1000$ V; Dicke 0,05 cm, Länge 2,5 cm
e Spannungsableiter $U_a = 350$ V; Wasserstoffüllung (Werte von 4 Ableitern)
f kleinster Durchschlagverzug eines Kabels $U_a = 3000$ V mit Luftisolation

Abb. 12. Streubereiche des Entladeverzuges von Spannungsableitern in Abhängigkeit von der Prüfspannung (Zeitkonstante des Spannungsanstieges $\tau = 10^{-6}$ s).

leitungen zur Eichung angeschlossen waren. Der Zündverzug des Ableiters schwankt etwa zwischen $6 \cdot 10^{-8}$ und $2 \cdot 10^{-6}$ s.

In Abb. 12 sind für zwei Ableiterarten mit einer Ansprechspannung von $U_a = 350$ V (Flächen *b* und *e*) und für drei Ableiter (Luftfunkenstrecken mit $U_a = 1$ kV, Flächen *a*, *c* und *d*) die statistischen Streuungen des Zündverzuges als Streubereiche in Abhängigkeit von der Prüfspannung dargestellt. Hierin geben die in einer Fläche liegenden Abszissenwerte die gemessenen Streuzeiten eines Ableiters an, während die Werte der linken Flächenbegrenzung die entsprechenden Aufbauzeiten sind. Der in Abb. 11 gemessene Ableiter gehört zur Fläche *b*. Aus dieser ist zu erkennen, daß z. B. bei 1 kV Prüfspannung der kleinste Zündverzug, d. i. die Aufbauzeit, $6 \cdot 10^{-8}$ s und der größte etwa $4 \cdot 10^{-6}$ s war. Für einen Spannungswert wurden je Ableiter über 100 Einzelmessungen durchgeführt. Die statische Ansprechspannung des Ableiters war 350 V. Bei Prüfspannungen, die nur wenig über dieser Spannung liegen, sind die Verzögerungszeiten viele Größenordnungen höher. Diese großen Verzugszeiten haben aber keine praktische Bedeutung, da unter 1 kV die Kabelisolationsfestigkeit genügend groß ist. Die Fläche *a* gilt

[10]) Strigel, Z. Instrumentenkde. 57 (1937) S. 65.

Digitized by Google

für eine Plattenfunkenstrecke nach Abb. 5 d bis f: Die Streuzeiten sind bei Spannungen über 3 kV sehr klein, etwa nur 10^{-8} s, während sie bei den anderen Luftfunkenstrecken bis zu eine Größenordnung höher liegen. Bei den Luftfunkenstrecken wurden die Elektroden nicht gereinigt. Die günstigen Eigenschaften der Plattenfunkenstrecke erklären sich aus folgendem: Bei der Entladung von einigen 10^{-3} C je Versuch bleibt ein Teil der Elektrodenoberfläche blank, indem die Entladung stets nur an einigen günstigen Stellen ansetzt. Da an den Elektroden im Bereich der größten Feldstärke daher immer noch günstige Austrittsbedingungen vorhanden sind, bleibt deshalb die Streuzeit klein. Wird die Plattenelektrodenfläche oxydiert, so ergeben sich ähnliche statistische Schwankungen wie bei der Kugelfunkenstrecke nach Kurve *e*. Letztere hatte bei 26 mm Kugeldurchmesser einen Elektrodenabstand von 0,1 mm. Ihr Feld war also nahezu gleichförmig. Die Fläche größter Felddichte wird aber bei den Entladungen bald von einer Oxydhaut bedeckt. Bei inhomogenen Feldern, z. B. Schneidenfunkenstrecken (Fläche *d*), ist diese Wirkung noch stärker. Die großen Streuzeiten sind deshalb nicht nur durch den ungleichförmigen Feldaufbau begründet.

Bei den Gasableitern sind die kleinsten Aufbauzeiten etwas größer als bei Luftfunkenstrecken (Fläche *b* und *e*). Die Streuzeiten sind bei den Hochleistungsableitern (Fläche *b*) verhältnismäßig klein. Bei den Gasableitern nach Fläche *e* zeigt sich eine starke Abhängigkeit von der Belichtung, während dies bei Luftfunkenstrecken nicht und bei den Hochleistungsableitern nur in geringem Maße der Fall ist. Bei Gasableitern weisen die einzelnen Proben nicht immer gleiche Eigenschaften auf. Einzelne haben infolge günstiger Oberflächenverhältnisse oft sehr kleine, andere verhältnismäßig große Streuzeiten. In Abb. 12 sind deshalb Meßwerte von mehreren Ableitern verwendet worden.

Die Entwicklung der Spannungsableiter muß dahin zielen, die statistischen Zündverzugsschwankungen klein zuhalten. Gasableiter haben den Vorzug, daß im Gegensatz zu Luftfunkenstrecken eine stärkere Vorbelastung im allgemeinen den Entladeverzug nicht vergrößert, da die Elektroden nicht oxydieren können. In dieser Beziehung wären also stark belastungsfähige Gasableiter den Luftfunkenstrecken überlegen.

Zur Beurteilung der Schutzwirkung eines Ableiters für ein Kabel ist in Abb. 12 eine Kurve *f* eingezeichnet, die schätzungsweise den Mindestdurchschlagverzug eines Kabels angibt und wegen des schon erwähnten gleichartigen Verhaltens von Kabelpapier und Luft aus bisherigen Messungen der Aufbauzeit beim Luftdurchschlag übernommen wurde. Verlängert man die Flächen *a* bis *e* nach hohen Spannungen hin und vergleicht die Abszissenwerte mit denen der Kurve *f*, so ergibt sich, daß bei Spannungen, bei denen die Kurve *f* die Flächen schneidet, keine Gewähr mehr gegeben ist, daß der Ableiter zuverlässig das Kabel vor Durchschlag schützt. Das gilt jedoch nur für sehr steile Stoßwellen. Es interessiert daher besonders die Steilheit der Welle in ihrem ersten Teil bis zur Höhe der Kabeldurchschlagspannung. Dieser hat im allgemeinen eine kleinere Steilheit als die nachfolgende Wellenstirn. Bei sehr steilem Anstieg sind für Kabel und Ableiter in jedem Falle die gleichen Aufbauzeiten von etwa $3 \cdot 10^{-8}$ s zu erwarten. In diesem sehr seltenen Falle wäre also ein sicherer Schutz des Kabels mit den heutigen Mitteln unmöglich. In Wirklichkeit ist wohl der Anstieg erheblich langsamer. Dann wird, wenn ein Ableiter mit kleiner Ansprechspannung und geringer Streuzeit verwendet wird, die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß dieser anspricht, ehe die Spannung auf eine für das Kabel gefährliche Größe angestiegen ist. Ein solcher Ableiter wird also immer den besten Schutz gewährleisten. Ein Teil der Blitzschäden an Kabeln ist jetzt wohl darauf zurückzuführen, daß als Schutz an den Kabelaufführungen mitunter nur Grobfunkenstrecken zu hoher Ansprechspannung verwendet wurden. Der Schutzwert eines Ableiters wird aber um so geringer, je mehr seine Ansprechspannung sich der Durchschlagspannung des zu schützenden Kabels nähert.

Zusammenfassung.

Nach der Statistik entfallen 85 % der Gewitterschäden auf Beschädigungen an Kabeln, die in Freileitungen übergehen. Diese sind dabei die Zubringer hoher Spannungen. Um das Kabel zu schützen, muß der Ableiter niedrige Ansprechspannung neben äußerst kleinem Zündverzug haben. Messungen ergaben, daß die statistischen Streuzeiten bei Plattenfunkenstrecken am kleinsten sind. Ihre Ansprechspannung ist jedoch wegen des minimalen Elektrodenabstandes auf etwa 1 kV begrenzt. Niedrigere Ansprechspannungen werden mit Feinspannungsableitern (Gasableitern) erreicht, deren Streuzeiten sich ebenfalls klein halten lassen.

Über das Wesen der stabilen Gleichgewichtszustände bei Reihenschaltung von Eisendrossel und Kondensator.

538. 551

Übersicht. Der „3. Zustand" und weitere Zustände, die der Verfasser bei seinen früheren Versuchen[1]) an eisenhaltigen Schwingungskreisen beobachtete, wurden im Anschluß an Untersuchungen über Frequenzteilung von Rouelle[2]) als Erscheinungen solcher Frequenzteilungen erkannt. Die frühere Darstellung des Verfassers wird entsprechend ergänzt, außerdem wird das Wesentliche der Untersuchungen von Rouelle wiedergegeben.

Bei den früheren Versuchen des Verfassers wurden die verschiedenen Zustände in eisenhaltigen Schwingungskreisen durch magnetische Erschütterungen hervorgerufen. Der Stromkreis, der am genauesten untersucht wurde, bestand aus einer Drosselspule, die, mit einem Kondensator von 80 µF in Reihe geschaltet, über einen Stufentransformator an eine Wechselstromquelle von 50 Hz angeschlossen war. Der Spulenkern von 20 cm^2 Querschnitt und 472 mm mittlerer Länge bestand aus 0,5 mm starken Blechen aus Siliziumeisen von $V_{10} =$ 3 W/kg. Jeder Schenkel trug 300 Windungen; diese 2×300 Windungen waren parallel geschaltet. Die so geschaltete Spule hatte einen Gleichstromwiderstand von 0,6 Ω. Außer den schon seit etwa 30 Jahren bekannten beiden Gleichgewichtszuständen wurde eine Kurve des „3. Zustandes" nach Abb. 1 gefunden. Der 3. Zustand

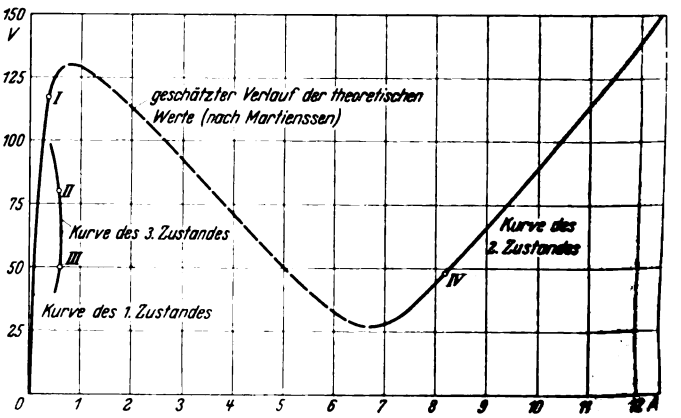


Abb. 1. Kennlinien der drei Gleichgewichtszustände.

[1]) Aretz, ETZ 57 (1936) S. 305.
[2]) Rouelle, Rev. gén. Électr. 40 (1936) S. 811.

Digitized by Google

konnte jedoch nur bestehen, wenn die anliegende Spannung zwischen 40 und 98 V blieb. Zwischen 55 und 75 V war die Stabilität dieses Zustandes sehr gering. In den Punkten *I* bis *IV* wurden je drei Spannungskurven, und zwar für die anliegende Spannung (U), für die Spulenspannung (U_L) und für die Kondensatorspannung (U_C) mit einer Joubert-Scheibe aufgenommen; diese Kurven sind in Abb. 2 wiedergegeben. Da der synchrone Kontaktgeber bei diesen zwölf Kurvenaufnahmen einwandfrei arbeitete, da ferner die Kurven für die Punkte *I* bis *III*

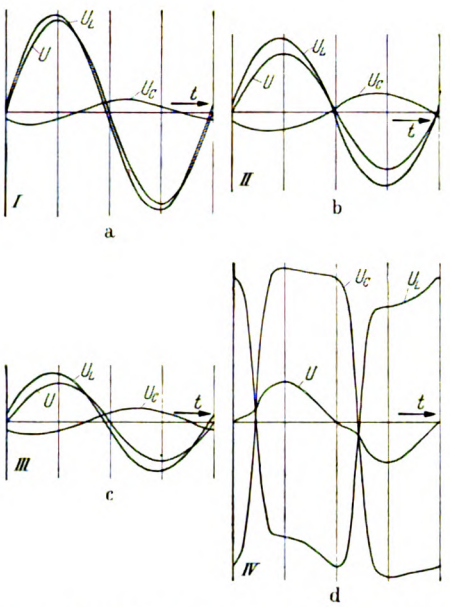


Abb. 2. Spannungsformen von U, U_L und U_C der Punkte *I* bis *IV* aus Abb. 1. (U_L und U_C bei *II* und *III* falsch!)

fast rein sinusförmigen Verlauf zeigten, da weiterhin die stark verzerrten Kurven des Punktes *IV* genau dieselbe Form aufwiesen wie entsprechende oszillographische Aufnahmen, und da vor allem andere Frequenzen als die der Stromquelle nicht erwartet wurden, erschienen alle aufgenommenen Kurven als wirklichkeitsgetreu. Rouelle, der sich in seiner oben erwähnten Arbeit „Einige neue Versuche über Frequenzteilung in einem Schwingungskreis mit Eisenkernspule" auch mit den Versuchsergebnissen des Verfassers beschäftigte, erkannte, daß beim „3. Zustand" der Fall einer Frequenzteilung vorliegt und daß demnach die Kurven U_L und U_C der Abb. 2 b und c nicht der Wirklichkeit entsprechen können. Die nachträglichen oszillographischen Untersuchungen des „3. Zustandes" beim gleichen

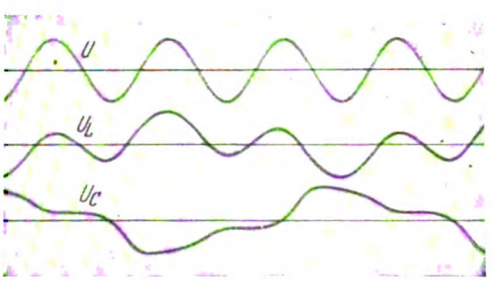


Abb. 3. Oszillogramme für U, U_L und U_C des „3. Zustandes".

Stromkreis bestätigen diese Auffassung. Abb. 3 zeigt die Oszillogramme für U, U_L und U_C, während Abb. 4 die Stromkurve (*I*) und die Spannungskurven U_L und U_C wiedergibt. Die Oszillogramme lassen klar erkennen, daß die auftretende Frequenz genau gleich dem 3. Teil der Frequenz der anliegenden Spannung ist; es handelt sich also hier um eine Unterschwingung von der Ordnungszahl $^1/_3$. Es ist bemerkenswert, daß diese freie Schwingung mit der Frequenz $^{50}/_3$ Hz in einem Stromkreise bestehen kann, dessen Stromquelle eine rein sinusförmige Spannung von 50 Hz liefert. Die oszillographische Untersuchung mehrerer Punkte der Kurve des „3. Zustandes" ergab stets die gleiche Wellenform für Strom und Spannungen. Es wurde auch ein ganz schwacher Brummton wahrgenommen, der der Frequenz $16^2/_3$ Hz entsprach. Bei den früheren Untersuchungen wurde ein solcher — jedoch lauterer — Ton geringer Frequenz nur bei einem 4. Gleichgewichtszustande beobachtet. Rouelle wies darauf hin, daß bei auftretender Frequenzteilung nur der Oszillograph richtige Ergebnisse liefern kann, und daß die Joubert-Scheibe — wie bekannt — nur Wechselstromgrößen zu untersuchen gestattet, deren Frequenz gleich der Kontaktfrequenz der Scheibe ist. Der hier vorliegende Fall ist ein typisches Beispiel dafür, daß die Joubert-Scheibe unter bestimmten Voraussetzungen völlig falsche Ergebnisse liefern kann. Hätte die Joubert-Scheibe bei der Untersuchung des „3. Zustandes" mit der Kontaktfrequenz $16^2/_3$ Hz gearbeitet, so hätte die Kurvenaufnahme die wirklichen Spannungsformen gemäß Abb. 3 ergeben. Da sie jedoch mit der Kontaktfrequenz 50 Hz arbeitete, lieferte sie für jede Stellung der beweglichen Bürste das arithmetische Mittel aus drei Augenblickswerten der Kurve von $16^2/_3$ Hz.

Es sei hier noch bemerkt, daß Rouelle — offensichtlich durch diese Anwendung der Joubert-Scheibe am ungeeigneten Objekt angeregt — ein neues Verfahren zur experimentellen harmonischen Analyse angibt, das dem Verfahren von Fischer-Hinnen ähnlich ist. Er schlägt zu diesem Zwecke vor, die Kontaktfrequenz der Joubert-Scheibe bzw. des Ondographen von Hospitalier entweder durch Drehzahländerung oder durch Anwendung mehrerer Scheiben mit verschiedener Kontaktzahl jeweils genau proportional der Ordnungszahl der zu untersuchenden Harmonischen einzustellen.

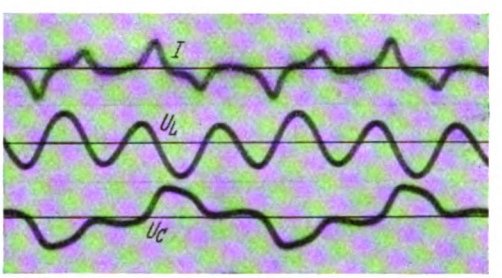


Abb. 4. Oszillogramme für I, U_L und U_C des „3. Zustandes".

Bei den früheren Versuchen des Verfassers wurden die für verschiedene Spulen und Stromkreise gefundenen stabilen Gleichgewichtzustände meist nicht auf die Form des Stromes und der Spannung untersucht, es wurden vielmehr nur die Effektivwerte des Stromes und der Spannungen U, U_L und U_C festgestellt. Zur Messung dieser Effektivwerte wurden im allgemeinen von Frequenz und Stromform unabhängige Geräte benutzt. Rouelle benutzte diese Werte zur Beurteilung der verschiedenen Zustände. Er rechnete für alle Zustände den Zahlenwert (Ω) des Ausdruckes $I/C\,U_C$ aus. Nach seinen Angaben wurde dieser Zahlenwert, der eine gewisse Beurteilung der jeweils vorliegenden Frequenz gestattet, 1905 von Swyngedauw in die Berechnung nichtsinusförmiger Ströme eingeführt. Aus der Beurteilung und dem Vergleich der Ergebnisse kam er zu der berechtigten Annahme, daß alle „3. Zustände" auf das Auftreten freier Schwingungen der Frequenz $^{50}/_3$ Hz zurückzuführen sind.

Dieselbe Rechnung und Beurteilung wandte er auf die beiden vom Verfasser festgestellten Werte eines 4. Zustandes an [Zahlentafel 3, ETZ 57 (1936) S. 309] und kam zu dem Ergebnis, daß es sich hier um Unterschwingungen der Ordnung $^1/_2$ oder $^3/_5$, d. h. um die Frequenzen 25 oder 30 Hz handeln müsse. Daß hier tatsächlich auch eine kleinere Frequenz als 50 Hz vorliegt, wird auch durch den früher beobachteten Brummton geringer Frequenz bestätigt. Im Widerspruch zu dieser Annahme steht jedoch die Tatsache, daß die Stromstärken dieser Zustände größer sind als die Stromstärken bei den „3. Zuständen" dieser Stromkreise, denn im allgemeinen entspricht der stärkere Strom einer kleineren Frequenz. Bei diesen Zuständen, die sich als sehr wenig stabil erwiesen und die

Digitized by Google

nur bei dauernder Parallelschaltung eines Widerstandes zur Spule beobachtet wurden, konnte eine nachträgliche oszillographische Untersuchung leider nicht durchgeführt werden. Es taucht hier die Frage auf, ob Frequenzteilung und Spannungsresonanz gleichzeitig auftreten können.

Bei den eingehenden Untersuchungen, die Rouelle über das Auftreten der Frequenzteilung in eisenhaltigen Schwingungskreisen durchführte, bediente er sich auch magnetischer Erschütterungen, um die einzelnen Zustände hervorzurufen. Das Neue seines Verfahrens liegt in der teilweisen Verwendung eines zweiten Wechselstromgenerators, dessen Frequenz als Teilfrequenz der Frequenz des Hauptgenerators eingeregelt werden konnte. Während der Hauptgenerator den ganzen Schwingungskreis speiste, bildete der zweite Generator mit einem Teil der Spulenwicklung einen besonderen abschaltbaren Stromkreis. Nach dem Abschalten des zweiten Generators blieb seine Frequenz in dem Schwingungskreis meistens erhalten.

Rouelle, der sich auf Arbeiten von Heegner, Maudit, Fallou, Kasarnowski, Blondel sowie auf eigene frühere Veröffentlichungen bezieht, erstreckte seine Untersuchungen auf Frequenzen von 30 bis 700 Hz sowie auf Spulen verschiedener Windungszahl mit Kernen aus unlegiertem Eisen, aus Siliziumeisen, aus Gammametall und aus Permalloy. Es folgen hier einige seiner Versuchsergebnisse.

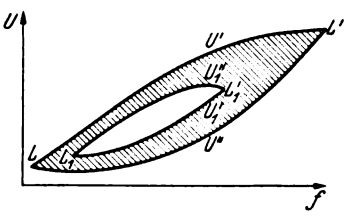


Abb. 5. Kurven der kritischen Spannungen in Abhängigkeit von der Frequenz. Für Spulenkerne aus unlegiertem Eisen und aus Siliziumeisen. Für Unterschwingungen der Ordnung $^1/_3$. (Nach Rouelle.)

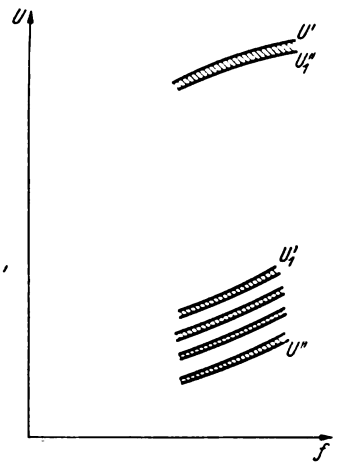


Abb. 6. Kurven der kritischen Spannungen in Abhängigkeit von der Frequenz. Für Spulenkerne aus Permalloy. Für Unterschwingungen der Ordnung $^1/_3$ für mittlere Grundfrequenzen. (Nach Rouelle.)

Er untersuchte die Grenzbedingungen für das Eintreten und Aussetzen freier Schwingungen bei Teilfrequenzen der Grundfrequenz. Die schraffierte Fläche der Abb. 5 ist das Gebiet der Spannungen, bei denen Teilfrequenzen bestehen können; die Darstellung gilt nur für Unterschwingungen der Ordnung $^1/_3$ und für Kerne aus unlegiertem Blech oder aus Siliziumeisen. Die Ordinaten sind die Spannungen des Hauptgenerators, die Abszissen sind die Frequenzen des Hauptgenerators, d. h. die Grundfrequenzen. Für eine mittlere Frequenz gibt es also zwei Gebiete der Stabilität, für niedere Spannungen von U'_1 bis U'' und für höhere Spannungen von U' bis U''_1. Für U' und U'_1 vollzieht sich das Aussetzen der Unterschwingung, d. h. das Rückkippen aus dem Zustand der Frequenzteilung in den Zustand der Grundfrequenz bei schwachem Strom, durch eine Erhöhung der anliegenden Spannung, während es für U''_1 und U'' durch eine Verringerung dieser Spannung eintritt. Die Endpunkte der Kurve des „3. Zustandes" in Abb. 1 entsprechen somit Spannungen der Kurven U' und U'' der Abb. 5; da die Kurve des 3. Zustandes an keiner Stelle unterbrochen ist und da die Frequenz dieses Zustandes gering ist, muß die Kurve innerhalb der schraffierten Fläche zwischen den Punkten L und L_1 liegen.

Abb. 6 zeigt durch die schraffierten Flächen für mittlere Frequenzen und für eine Spule mit Permalloykern die Gebiete der anliegenden Spannung, in denen Unterschwingungen der Ordnung $^1/_3$ bestehen können. Gegenüber den Verhältnissen bei Siliziumkernen fällt hier auf, daß die Gebiete viel kleiner sind und daß das Gebiet zwischen den Kurven U'_1 und U'' in vier schmale Streifen zerfällt. Für die Unterschwingung der Ordnung $^1/_5$ fand Rouelle eine Aufteilung dieses Gebietes in zwei schmale Streifen.

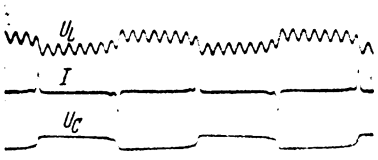


Abb. 7. Oszillogramme für U_L, I und U_C bei eingetretener Unterschwingung der Ordnung $^1/_{15}$. Permalloykern. Grundfrequenz 150 Hz. (Nach Rouelle.)

Für Siliziumeisen und Gammametall wurden Unterschwingungen der Ordnung $^1/_3$, $^1/_5$, $^1/_7$ und $^1/_9$ beobachtet; für Permalloy darüber hinaus solche der Ordnung $^1/_{11}$, $^1/_{13}$ und $^1/_{15}$. Außerdem wurden Unterschwingungen mit der Ordnungszahl ½ sowie mit gebrochenen Ordnungszahlen festgestellt. Die Abb. 7 und 8 zeigen Beispiele der eigenartigen Strom- und Spannungsformen, die bei diesen Frequenzteilungen auftreten können.

Rouelle macht keine Angaben über die Abmessungen der untersuchten Spulen und Kerne, auch fehlen Angaben über die Größe der benutzten Kondensatoren. Man vermißt ferner Angaben über die Effektivwerte der Ströme und der Teilspannungen. Es werden lediglich Angaben über die Spannungen des Hauptgenerators gemacht. Besonders wird hervorgehoben, daß die Spannungsdifferenz $U' - U''$ um so kleiner ist, je kleiner die Teilfrequenz ist. Die Untersuchung der Unterschwingung der Ordnung $^1/_{15}$ wurde für einen bestimmten Stromkreis nur bei anliegenden Spannungen unter 5,2 V beobachtet. Die erzielten Teilfrequenzen traten alle bei Leerlauf auf; über Belastungsversuche liegen noch keine Beobachtungen vor. Die Unterschwingungen mit gebrochenen Ordnungszahlen zeigten sich im allgemeinen als sehr wenig stabil.

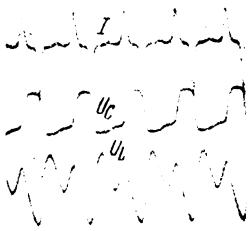


Abb. 8. Oszillogramme für I, U_C und U_L bei eingetretener Unterschwingung der Ordnung ½. (Nach Rouelle.)

Es wäre eine interessante Aufgabe, festzustellen, welchen Einfluß Widerstände, die der Spule parallel geschaltet sind, auf die kritischen Spannungen von U' bis U'' haben. Auf Grund früherer Beobachtungen des Verfassers scheinen — wider Erwarten — selbst hohe Widerstände, wie z. B. von Spannungsmessern oder Meßschleifen mit Vorwiderständen, die nur geringe Zweigströme aufnehmen, einen großen Einfluß auf die Grenzbedingungen für das Eintreten der Kippvorgänge zu haben.

Zusammenfassung.

Die verschiedenen stabilen Gleichgewichtszustände, die bei Reihenschaltung von Eisendrossel und Kondensator in Wechselstromkreisen auftreten können, sind ihrem Wesen nach verschieden. Die beiden am längsten bekannten Zustände treten bei der Frequenz der Stromquelle auf; von ihnen wird der Zustand des starken Stromes durch das Eintreten der Spannungsresonanz verursacht. Die Ursache der übrigen — bis heute bekannten — Zustände beruht auf der Erscheinung der Frequenzteilung, die zuletzt von Rouelle eingehend untersucht wurde.

E. Aretz VDE, Flensburg-Mürwik.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 3. 015. 33 : 621. 314. 22. 025. 3 **Übertragung von Stoßspannungen auf die Unterspannungsseite von Drehstrom-Transformatoren.** — An einem Großtransformator für 104/23,4 bzw. 5,85 kV Betriebsspannung werden unter Benutzung des Kathodenstrahl-Oszillographen umfangreiche Versuche über Höhe und zeitlichen Verlauf der durch hochspannungsseitig einfallende Blitzwellen auf die Unterspannungsseite übertragenen Spannungen angestellt. Dabei wird sowohl der Fall ein- wie dreipolig anlaufender Stoßwellen untersucht. Insbesondere wird auch der Einfluß von niederspannungsseitig angeschlossenen Belastungen in Form von Kabeln oder konzentrierten Kapazitäten sowie von angeschlossenen Maschinen studiert. Die Theorie des Übertragungsvorganges wird für alle untersuchten Fälle eingehend entwickelt, und die auf Grund vereinfachter Ersatzbilder berechneten Spannungsverläufe werden in recht guter Übereinstimmung mit den entsprechenden Kathodenstrahl-Oszillogrammen gefunden. Es zeigt sich, daß unterspannungsseitig angeschlossene Kabelstrecken bis zu 500 m Länge nicht in der Lage sind, die langdauernden magnetisch übertragenen Stoßspannungen, welche entweder vom Ausgleichsvorgang oder vom quasistationären Spannungsabfall an der Hochspannungsseite herrühren, merklich gegenüber dem Fall unbelasteter Niederspannungsklemmen abzusenken. Lediglich die kapazitiv übertragenen Spannungsspitzen werden dadurch voll abgesenkt.

Für die Praxis ergibt sich daraus die Folgerung, daß stets mit magnetisch übertragenen Spannungen in der Größenordnung $2\,K\,U/\ddot{u}$ an den Klemmen angeschlossener Maschinen zu rechnen ist (K Kopplungsfaktor, U Stoßüberschlagspannung der Hochspannungsdurchführungen des Transformators, $\ddot{u}$ Übersetzungsverhältnis), wenn nicht die Maschinenleistung die Leistung des vorgeschalteten Transformators um ein Vielfaches übertrifft. Bei dem untersuchten Transformator ergaben sich, bezogen auf $U = 700$ kV an den Hochspannungsklemmen, für 2×250 m abgehendes Kabel je Phase auf der Unterspannungsseite noch Spannungshöchstwerte von 30 kV bei dreipoligem Stoß und 42 kV bei einpoligem Stoß ($\ddot{u} = 104/5{,}85$ kV). Während diese Spannungen für die Unterspannungswicklung des Transformators völlig ungefährlich sind, können sie für die Isolation einer 6000 V-Maschine immer noch gefährlich werden. Ein wirksamer Schutz von Maschinen gegen die langdauernden magnetisch übertragenen Spannungen scheint daher wirtschaftlich besser mit Überspannungsableitern als mit Kondensatoren möglich, da letztere sehr groß und teuer werden müßten. [R. Elsner, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 16 (1937) H. 1, S. 1; 25 S., 17 Abb.] *eb.*

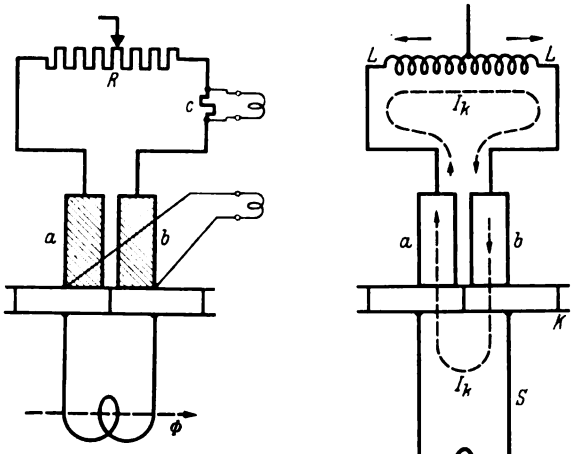
620. 4 **Die Auswirkungen der technischen Entwicklung auf die Gesamtplanung von Kraftwerken.** — Ein Vergleich größerer Kondensations-Kraftwerke der Jahre 1928 und 1936 läßt die Auswirkungen der technischen Entwicklung der letzten Jahre deutlich durch die Verbesserung des Wärmeverbrauches und die Verminderung der Anlagekosten bei höheren Drücken erkennen. Der günstigere Wärmeverbrauch gründet sich hauptsächlich auf Verbesserungen der Kessel- und Turbinenwirkungsgrade und Steigerungen der Dampftemperaturen, die auch eine wesentliche Verschiebung des Überganges zur Zwischenüberhitzung etwa in den Druckbereich von 75 at nach sich ziehen. Es ist einer großen deutschen Turbinenfirma gelungen, Eintrittstemperaturen von 510 bis 525° zu erreichen, wobei bei einer Enddampfnässe von 11 bis 12% und einem Eintrittsdruck von 100 at keine Zwischenüberhitzung erforderlich ist. Die Steigerungen der Kesselleistungen führen zu einer Herabsetzung der Kesselzahl, wobei in neueren Werken einer Turbine nur etwa 1 bis 2 Kessel zugeordnet werden. Der Bau von Kesseln für 300 t/h und mehr ist heute möglich. Der Berichter verweist auf einen kürzlich im Ford-Kraftwerk River Rouge bei Detroit in Betrieb genommenen Fünftrommelkessel, der bei 88 at und 482° eine Dampferzeugung von 461,5 t/h erreichte. In der Rohrleitungsanordnung tritt die aus dem elektrischen Gebiet übernommene Sammelschienenanordnung infolge ihrer größeren Übersichtlichkeit, klareren Druckabfallverhältnisse und geringeren Zahl von Schiebern immer mehr in den Vordergrund und verdrängt gemeinsam mit der im Ausland üblichen Direktschaltung die früher angewendeten Einfach- oder Doppelringleitungen. Die Sicherstellung der Stromversorgung verlangt die Bereitschaftshaltung einer ausreichenden Leistung, um ausfallende Stromquellen sofort ersetzen zu können. Werksplanung und Betrieb werden von der Reservefrage entscheidend beeinflußt. Um die Bereitschaftskosten herabzusetzen, werden zwei Wege vorgeschlagen:

1. die Bereitschaft in den Überlastbereich der Betriebskessel und -turbinen zu legen,
2. Vorkehrungen zu treffen, um geeignet ausgelegte Bereitschaftsmittel vom Stillstand aus in einer ausreichend kurzen Zeit in Betrieb setzen zu können.

Den unter 2. angegebenen Vorschlag hat das El.-W. Amsterdam durchgeführt. Eine eingehäusige 15 000 kW-Turbine wurde mit einer Anfahrsteuerung versehen, die selbsttätig die Hilfsbetriebe anstellt, die Maschine auf volle Drehzahl fährt, parallel schaltet und dann belastet. Die Betätigung erfolgt durch ein Frequenzrelais. Zwischen Anstoßgabe und Belastung der Turbine wurden Zeiten von weniger als 1 min erreicht. [L. Musil, Arch. Wärmew. 18 (1937) S. 69; 6 S., 10 Abb.] *chl.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 36 **Neues Verfahren zur Verbesserung der Kommutierung von 50 Hz-Kommutatormotoren.** — In der Einleitung der „neuen Forschungsarbeiten" wird Bezug genommen auf einen Aufsatz von Kasperowski[1]), dessen



a, b Bürstenhälften
c Nebenschluß
I_k Bürstenkurzschlußstrom
K Kommutatorstege
L Drossel
R ohmscher Widerstand
S kurzgeschlossene Ankerspule

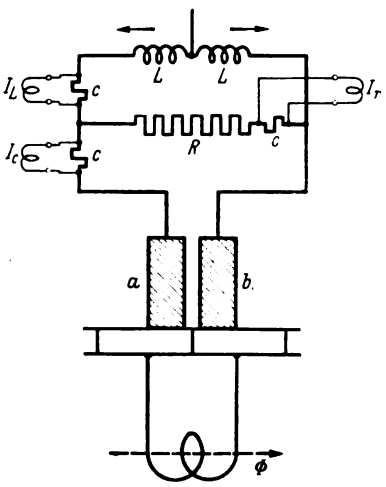
Abb. 1. Kasperowski-Schaltung. Abb. 2. Schaltung mit Drosselspule.

grundsätzliche Schaltung in Abb. 1 wiedergegeben ist. Es wird bemängelt, daß die Vorschaltwiderstände, die zwischen die Schichten der Bürsten geschaltet sind, durch Widerstandswärme die Verluste erhöhen und somit den Wirkungsgrad der Motoren herabsetzen. Die Verfasser versuchten, den Widerstand durch eine Drossel zu ersetzen, deren Enden an die beiden Teile der zweiteiligen Schichtbürste angeschlossen sind. Die Stromzuführung erfolgte in der Mitte der Drosselspulenwicklung (Abb. 2). Auf diese Weise sind die Verluste vermieden, und da sich für den Arbeitsstrom die Amperewindungen in der Drossel für die beiden Wicklungshälften aufheben, ist auch der Spannungsabfall in der Drossel vermieden. Dagegen bildet die Drossel für den Kurzschlußstrom unter den Bürsten einen großen induktiven Widerstand, so daß die Kurzschlußströme stark gedrosselt werden, wodurch eine Besserung der Kommutierung zu erwarten wäre. Der Versuch zeigt aber ein

[1]) O. Kasperowski, Elektr. Bahnen 10 (1934) S. 198.

Digitized by Google

starkes Bürstenfeuer. Die Verfasser erklären diese Erscheinung wie folgt: Die Vorschaltdrossel wird durch den Lauf des Kommutators unter der Bürste in schneller Folge kurzgeschlossen und wieder unterbrochen, so daß an den Klemmen der Drossel hohe zusätzliche Spannungen entstehen, die das starke Feuer verursachen. Anderseits zeigt die Anordnung nach Kasperowski ebenfalls keine befriedigenden Ergebnisse, wenn die Widerstände zwischen den Schichten nicht so weit erhöht werden, daß damit eine untragbare Herabsetzung des Wirkungsgrades verbunden wäre. Die Verfasser empfehlen daher eine aus diesen beiden Vorschlägen kombinierte Schaltung, die in Abb. 3 dargestellt ist. Danach soll die Stromzuführung in der Mitte der Drossel erfolgen. Um jedoch die zusätzlichen Spannungen in der Drossel, die durch die Lamellenfrequenz entstehen, unschädlich zu machen, soll parallel zu der Drossel ein induktionsfreier Widerstand geschaltet werden, dessen Verluste jedoch vernachlässigbar gering sind.



a, b Bürstenhälften
c Nebenschlüsse
L Selbstinduktionsspulen, auf gemeinsamem Kern
R ohmscher Widerstand
I_c Meßschleife für den Summenstrom
I_L Meßschleife im Drosselkreis
I_r Meßschleife im Kreise des ohmschen Widerstands

Abb. 3. Neue Anordnung der Schichtbürste.

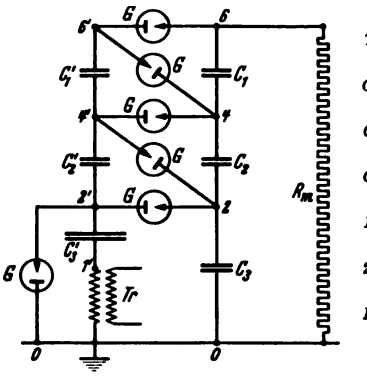
Bei der Versuchsanordnung wurde eine fremderregte Kommutatormaschine verwendet, die vom 50 Hz-Netz erregt und von einem Gleichstrommotor mit der auffallend geringen Drehzahl von 140 U/min angetrieben wurde (wahrscheinlich vertragen die Bürsten keine höhere Drehzahl, ohne zu zersplittern). Entsprechend den verschiedenen Anordnungen wurden vier Oszillogramme aufgenommen.

Die Verfasser sind der Meinung, daß durch die passende Wahl des Widerstandes parallel zur Drossel das Bürstenfeuer bis auf einen kleinen Rest herabgesetzt werden kann. Außerdem soll diese Anordnung auch das Anlaufdrehmoment günstig beeinflussen, weil dadurch der Kurzschlußstrom unter den Bürsten herabgesetzt wird und das Hauptfeld der Maschine unbeeinflußt bleibt. Ferner werden die Vorteile der Schichtbürsten aufgezählt, die schon Kasperowski angegeben hat, z. B. die Erhöhung der Klemmenspannung und die zulässige Erhöhung der Transformatorspannung zwischen zwei Kommutatorlamellen mit den daraus folgenden Ersparnissen an Kommutatorfläche und Schaltgeräten. Durch eine weitere Unterteilung der Kohle in feine Schichten soll eine weitere Verbesserung erzielt werden.

Das einzig Neue in diesem Aufsatz ist also nur die Parallelschaltung von Drossel und Widerstand an den Schichtbürsten, wodurch leider der ganze Bürstenapparat noch verwickelter wird. [K. J. Schenfer u. M. S. Sosnowskaja, Elektritschestwo 58 (1937) S. 4; 4 S., 8 Abb.] *Kpc.*

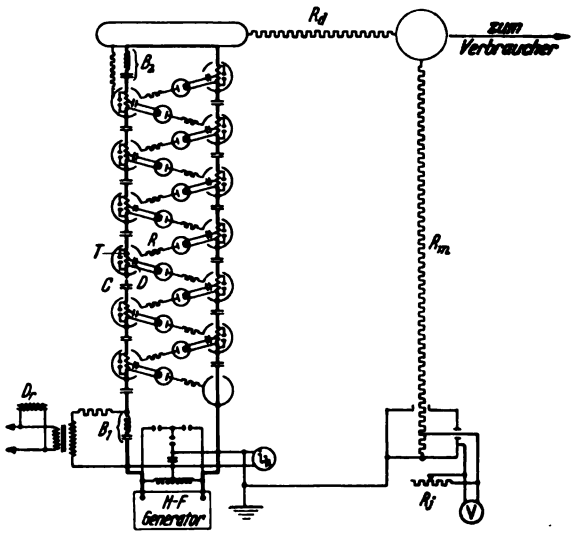
Geräte und Stromrichter.

621. 319. 44. 027. 3 : 621. 3. 024 **Ein Generator für 1500 kV Gleichspannung gegen Erde.** — Die Verfasser besprechen zunächst die bisher bekannten Wege, hohe Gleichspannung herzustellen und gehen dann auf einen von A. Bouwers[1]) angegebenen Weg ein, der unabhängig auch von J. D. Cockcroft und E. T. S. Walton[2]) gefunden worden ist (Abb. 4), und Ähnlichkeit mit dem von M. Schenkel[3]) aufweist. Bei diesem wird die Gleichspannung dem letzten, auf die volle Spannung aufgeladenen Kondensator entnommen, wobei die anderen Kondensatoren nur jeweils als Ladungsquelle für den nächsten Kondensator dienen, während bei der Schaltung nach A. Bouwers eine Reihenschaltung von Kondensatoren gleicher Potentialdifferenz die Gesamtspannung liefert. Auch die Gleichrichter brauchen demzufolge nur für diese Differenz bemessen zu sein und werden außerdem durch die günstige Spannungsverteilung geschützt. Die Heizung wird neuerdings mit Hochfrequenz von 500 000 Hz durchgeführt, die der Gleichspannung überlagert und über kleine, zwischen die Kondensatoren geschaltete Heiztransformatoren den Glühventilen zugeführt wird. Die Ventile sind mit einer kapazitiven Steuerung ausgerüstet, so daß die Spannungsverteilung in ihnen linear und eine Beeinflussung durch Außenfelder unterbunden ist. Die Ventile haben Oxydkathode und Quecksilberdampffüllung. Abb. 5 zeigt die Gesamtanordnung einschließlich Spannungsmeßeinrichtung.



Tr Wechselstromtransformator für Oberspannung *U*
G Gleichrichterventile für Sperrspannung 2 *U*
$C_1, C_2, C_3, C_1', C_2'$ Kondensatoren für 2 *U*
C_3' Kondensator für die einfache Grundspannung *U*
1' Punkt mit einfacher Grundspannung
2, 2', ··· Punkte mit doppelter Grundspannung usw.
R_m Meßwiderstand (Spannungsteiler)

Abb. 4. Grundsätzliche Schaltung des Bouwersschen Kaskadengenerators für hochgespannten Gleichstrom.



B_1 B_2 Überbrückungsglieder für die Hochfrequenzheizung
Dr Drossel zur Entlastung des Wechselspannungstransformators von der Belastung durch B_1, B_2 und die Kapazität des Kaskadengenerators gegen Erde
T Hochfrequenzheiztransformatoren in Sparschaltung
C Hauptkondensatoren
D Kondensatoren zur Kompensation der Belastung durch *T*
HF Heizstromgenerator für 500 000 Hz
R, R_d Dämpfungswiderstände
R_m Spannungsteiler-Meßwiderstand (Kohlenwiderstände in umlaufendem Öl)
R_j Justierwiderstand zur Berichtigung des Spannungsteiler-Übersetzungsverhältnisses
i_h Hochfrequenz-Stromzeiger
V Multizellular-Spannungsmesser

Abb. 5. Vollständiges Schaltbild des Bouwersschen Kaskadengenerators mit Hochfrequenzheizung.

Mit Rücksicht auf die Welligkeit gibt es für jede Spannung *U* und jeden Strom *i* eine günstigste Stufenzahl *n* nach der Beziehung

$$n \approx \sqrt{\frac{U \cdot f \cdot C}{i}}.$$

[1]) A. Bouwers, Vortrag auf dem American Congress of Radiology in Chicago, 1933 (Radiology 22).
[2]) J. D. Cockcroft und E. T. S. Walton, Proc. Roy. Soc. 136 (1932) S. 619.
[3]) M. Schenkel, ETZ 40 (1919) S. 333, DRP. 310 350 v. 8. 2. 1917.

Digitized by Google

Hierin bedeutet f die Frequenz in Hz der gleichzurichtenden Wechselspannung U in V, C die Kapazität in F einer Stufe und i den Strom in A. Für den beschriebenen Kaskadengenerator wurde eine Ausgangswechselspannung mit einer Frequenz von 200 Hz gewählt.

Für die Spannungsmessung sind die Verfasser von der Kugelfunkenstrecke abgegangen und haben einen elektrostatischen Spannungsmesser mit Widerstands-Spannungsteiler verwandt.

Im Betrieb traten zunächst infolge Anhaftens von Faserteilchen auf den leitenden Teilen Überschläge über unerwartet große Strecken auf, die durch Einbau Marxscher Schirme[1]) verhindert werden konnten.

Am Schluß der Arbeit teilen die Verfasser Vergleichs-Spannungsmessungen zwischen Spannungsteileranordnungen und Kugelfunkenstrecke mit und vergleichen die Ergebnisse mit denen anderer Forscher. Durch Zusammenschalten zweier Generatoren können 3000 kV Gleichspannung zwischen den Klemmen hergestellt werden. [A. Bouwers und A. Kuntke, Z. techn. Phys. 18 (1937) H. 8, S. 209; 10½ S., 12 Abb.] *HM.*

621. 314. 652 : 621. 34—58 **Steuergleichrichter für elektrische Anlagen in der Industrie.** — Soll ein Quecksilberdampf-Stromrichter, der bisher als Gleichrichter gearbeitet hat, als Wechselrichter betrieben werden, so muß das Gefäß mit vertauschten Polen an das Gleichstromnetz angeschlossen und gleichzeitig die Gittersteuerung verstellt werden. Ein solcher Wechselrichterbetrieb mit Umschaltung kommt z. B. in Frage beim elektrischen Abbremsen von Motoren mit Schwungmassen, wo der Zeitverlust bei dem erforderlichen Schaltmanöver in Kauf genommen werden kann. Bei Umkehrantrieben mit dauernder Umsteuerung läßt sich eine Umschaltung vermeiden durch die sog. Kreuzschaltung zweier Gefäße. Jedes der beiden Gefäße bleibt dann dauernd an dem gespeisten Motor angeschlossen, das eine jedoch mit umgekehrter Polarität wie das andere. Diese Kombination ergibt für den Betrieb dieselben Steuermöglichkeiten wie die bekannte Leonard-Schaltung mit einem Steuerumformer[2]). Bei Speisung von Regelantrieben durch Steuergleichrichter werden die charakteristischen Eigenschaften der Gleichstrommaschinen in keiner Weise verändert. Durch Beeinflussung der Gittersteuerungen lassen sich jedoch die verschiedensten Abhängigkeiten von beliebigen Größen erzielen und so Regelbedingungen verschiedenster Art erfüllen, wobei die charakteristische Eigenschaft des Steuergleichrichter-Antriebes, das praktisch trägheitslose Ansprechen der Steuerung, von besonderer Bedeutung ist.

Kennzeichnend für den Stromrichter sind der geringe Leerlaufverlust und der außerordentlich günstige Wirkungsgrad bei höheren Spannungen, der gegenüber Anlagen mit Leonard-Schaltung bei gleicher Spannung erheblich höher ist. Die Anschaffungskosten vom Leonard-Antrieb und Steuergleichrichterantrieb liegen ungefähr gleich hoch. Ersparnisse zugunsten des Stromrichterantriebes werden erzielt infolge des geringeren Platzbedarfes und der kleineren Gebäude- und Fundamentkosten.

Der Steuergleichrichterantrieb ist seinem Wesen nach nur Ersatz für den reinen Leonard-Umformer, nicht dagegen für den Ilgner-Umformer mit Schwungradpufferung. Seine Verwendung für Umkehrwalzenstraßen größerer Leistung z. B. ist heute nach der Erprobung solcher Anlagen keineswegs mehr eine Frage der technischen Zuverlässigkeit des Steuerstromrichters, sondern eine reine Angelegenheit der Belastbarkeit der Kraftversorgungsanlagen. Die Beeinflussung der Drehstromnetze durch die Oberwellenströme von Stromrichteranlagen läßt sich durch geeignete Maßnahmen weitgehend vermindern, so daß auch größte Anlagen ohne weiteres an die allgemeinen Elektrizitätsversorgungsanlagen angeschlossen werden können. [C. T. Buff, Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 53; 11 S., 19 Abb.] *Klr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 785 **Messung von kombiniertem Kraft- und Lichtverbrauch.** — Zur Messung des Kraft- und Lichtverbrauches in dem sogenannten Vierleiter-△-Dreiphasensystem nach Abb. 6 verwendet die Gen. El. Co. Zähler mit zwei oder drei Meßwerken in verschiedenen Schaltungen. Das System stellt die Verbindung eines Dreileiter-Drehstromnetzes (Anschlüsse *1–2–3*) für Kraft mit einem Dreileiter-Einphasennetz (Anschlüsse *1–C–2*) für Licht dar.

[1]) Erwin Marx, ETZ 51 (1930) S. 1161.
[2]) W. Leukert, ETZ 58 (1937) H. 20, S. 527.

Bei dem Zähler mit drei Meßwerken nach Abb. 6 hat die Stromspule in Phase *3* die doppelte AW.-Zahl der beiden anderen Stromspulen. In Verbindung mit Stromwandlern können die Meßwerke gleich ausgeführt werden, wenn die Sekundärströme der Wandler verschieden gewählt werden. Die beiden Meßwerke in den Phasen *1* und *2* können nach Abb. 7 zu einem mit zweiteiliger Stromspule vereinigt werden, wenn die Teilspannungen annähernd gleich bleiben. Eine andere Ausführung mit drei Meßwerken ergibt sich, wenn zwei derselben in Aron-Schaltung die Kraftleistung messen und das dritte mit zweiteiliger Stromspule die Leistung des Einphasensystems. Handelt es sich um die Summierung bei räumlich getrennten Meßstellen oder verschiedenen Stromarten, so kommen einzelne Zähler mit Kontakteinrichtung, Summierungsrelais und getrenntem Maximumwerk in Frage. Das Relais arbeitet entweder mit nur einer Spule je Zähler oder mit zweien, die wechselweise Impulse vom Zähler erhalten, wobei nur die Impulse auf einer Seite gezählt werden, während die anderen den Anker in die Ausgangslage zurück-

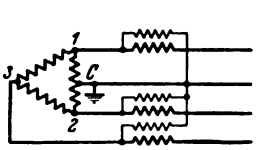


Abb. 6. Vierleiter-△-Dreiphasensystem-Zähler mit drei Meßwerken.

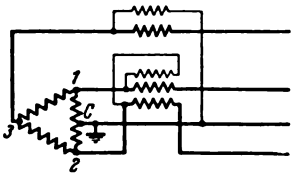


Abb. 7. Zähler mit zwei Meßwerken.

führen. Diese Ausführung ist bzgl. Prellens (Fehlzählung) und Arbeitens bei Unterspannung betriebsicherer als die erstere, bei der zur Rückführung eine Feder oder die Schwerkraft dient. Die beiden Spulen betätigen einen hin- und hergehenden Tauchkern, durch den ein Sperrad weitergedreht wird. Die Addition der Impulse erfolgt mit Differentialgetriebe. Zwischen diesem und der Achse, welche die gesammelten Impulse auf das Maximumwerk weitergibt, ist eine Spiralfeder eingeschaltet und mit dieser Achse ist eine Dämpfungsscheibe gekuppelt, beides um einen gleichmäßigen Lauf und damit regelmäßige Abstände der ausgehenden Impulse zu erreichen. Zur Kontrolle können Zählwerke für die ankommenden und ausgehenden Impulse vorhanden sein. Die Kontaktgabe im Zähler geschieht durch ein über die Schnecke angetriebenes Sternrad, das einen einfachen Federkontakt betätigt. Für das Relais mit zwei Spulen sind zwei Sternräder gegeneinander versetzt angebracht. Die Anordnung kann so getroffen werden, daß die Kontakte plötzlich geschlossen und geöffnet werden. [E. J. Boland, Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 87, 131, 206; 12½ S., 30 Abb.] *Be.*

Verkehrstechnik.

621. 335. 2. 08 **Meßtechnische Untersuchung der Reichsbahn-Schnellzugslokomotive Reihe E 18 bei Schnellfahrten und Höchstleistungsfahrten.** — Von der Elektrotechnischen Versuchsanstalt der Deutschen Reichsbahn in München wurden eingehende Meßfahrten mit der leistungsfähigsten deutschen Schnellzuglokomotive — Reihe E 18[1]), Achsfolge $1'D_0 1'$ — durchgeführt. Es wurden sowohl mittlere Zuglasten (Gesamtzuggewicht 500 t) bei möglichst hohen Reisegeschwindigkeiten sowie hohe Zuglasten (Gesamtzuggewicht 700 bis 800 t) bei den für FD- und D-Züge geltenden fahrplanmäßigen Geschwindigkeiten befördert. Alle Meßfahrten fanden mehrmals statt, damit eine sichere Mittelwertbildung der Versuchsergebnisse möglich war. Die wichtigsten Daten der Lokomotive sind: Gesamtgewicht 108 t, Reibungsgewicht 80 t; Dauerscheinleistung des Umspanners 2920 kVA nach R.E.B.; Motorleistungen nach R.E.B. (verminderte Erwärmung) bei 118 km/h bei Anfahrt 3550 kW = 4830 PS, 1 Stunde 3120 kW = 4240 PS, dauernd 2820 kW = 3840 PS; eine kurzzeitige Leistungsspitze wurde mit 4740 kW = 6450 PS gemessen. Zulässige Höchstgeschwindigkeit im Betrieb 150 km/h, bei Probefahrten 165 km/h. Schnellfahrten: Bei den Fahrten Stuttgart—München war das Verhältnis Fahrzeit unter Strom zur Gesamtfahrzeit gleich 0,61. Die Messung der Kommutatorerwärmung ergab nach Fahrt in der Geislinger Steige 62,5°, nach ausgesprochener Schnellfahrt in München 65,5°, was auf den stärkeren Einfluß der Kommutatorreibungsverluste schließen läßt. Mittlerer Verbrauch an Arbeit rd. 25 Wh je Lokleistungs-Tonnenkilometer. Im regelmäßigen Betrieb wird der Verbrauch durch Eingewöhnung der Lokomotivführer noch

[1]) W. Kleinow, Elektr. Bahnen 12 (1936) S. 129. ETZ 57 (1936) S. 1232.

Digitized by Google

etwas absinken. In einem leichten Gefälle von 460 : 1 beschleunigte sich der 500 t-Zug auf 120 km/h in 2,3 km Anfahrweg bei 129 s entsprechend einer Beschleunigung von 0,258 m/s²; 165 km/h wurden nach 7,0 km bei 243 s erreicht, wobei die mittlere Beschleunigung 0,188 m/s² betrug. Höchstleistungsfahrten mit großen Zuggewichten: Mittlerer Verbrauch knapp 21 Wh/Lltkm. Die Kommutatorerwärmung lag etwas über den im Regelbetrieb zulässigen Grenzen. Der Arbeitsverbrauch für Hilfsbetriebe betrug nur 3,5 bis 4% gegenüber 6 bis 7% bei anderen Lokomotiven. Ergebnis: Die Versuchsfahrten haben gezeigt, daß die Vertragsleistungen ohne Anstände bewältigt werden konnten; außerdem ergab sich, daß die Anfahrleistung, d. h. die Überlastungsfähigkeit bei Wechselstrombahnmotoren im Bereich hoher Fahrgeschwindigkeiten wesentlich höher liegt, als bisher beim Entwurf zugrunde gelegt wurde. (Anm. d. Ber.: Es ist zu erwägen, ob man nicht bei Anfahrkurven angeben soll, wie oft eine Anfahrüberlastung der angegebenen Höhe in einer Stunde zulässig ist. Denn bei Personenzugbetrieb wären z. B. acht bis zwölf Anfahrten je Stunde nötig, bei Schnellzugbetrieb vielleicht zwei bis vier. Da jede Anfahrt bekanntlich den Bürstenspiegel angreift, muß die Überlastgrenze um so niedriger angesetzt werden, je öfter die Anfahrt erfolgt, damit die Bürsten sich in den kurzen Zeiten der normalen Belastung erholen können. Die Lage einer Überlastkurve ohne Angabe der Zahl der zulässigen Überlastungen je Stunde gibt also allein noch kein brauchbares Vergleichsmaß.) [E. W. Curtius, Elektr. Bahnen 13 (1937) S. 101; 4½ S., 1 Abb.] *Ko.*

Bergbau und Hütte.

621. 365. 004. 6 : 669. 72 **Ueber den Einfluß der Magnesia auf den Gang eines Karbidofens.** — In einen 3000 kW-Ofen mit leitendem Herd wurde Magnesia in von einem Abstich zum anderen zunehmenden Anteilen mit den Rohstoffen vermischt eingeführt in der Absicht, ihren Einfluß auf den Gang des Ofens, die Karbidbeschaffenheit, die Rauchgase und den Kraft- und Rohstoffverbrauch zu verfolgen. Mit zunehmendem Magnesiagehalt im Einsatz wird der Ofengang heißer. Aus dem Bade aufsteigende Dämpfe verbrennen auf der Oberfläche des Einsatzes und entwickeln starke Wärme- und Lichtmengen. Die Temperatur der Abstiche stieg um 100° in 48 Std. Betriebsdauer. Das erzeugte Karbid selbst war spröder und poriger als gewöhnliches Karbid. Die Rauchgasmenge, das Gewicht des Staubes sowie ihr Gehalt an Magnesia erhöhten sich im Verhältnis zur eingeführten Magnesia. Der Verbrauch stieg in 48 Std. von 3500 auf 5400 kW, auch der Koksverbrauch stieg, während der Kalkverbrauch zuerst abnahm, um dann wieder anzusteigen. Zusammenfassend ergaben die Versuche folgendes: die Einführung von Magnesia in den Karbidofen beeinträchtigt den Ofengang, die Ofenleistung und erhöht den Koksverbrauch, während der Ofenherd durch die Verbrennung der Reduktionserzeugnisse beschädigt oder gar zerstört werden kann. [Chr. Aall, J. Four électr. 46 (1937) H. 5, S. 160; 1 S., 0 Abb.] *Kp.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 712. 072 **Trägersteuerung am Großrundfunksender Leipzig.** — Die Erfahrungen mit der Trägersteuerung an einem deutschen Großsender in einjährigem Betrieb sind als sehr günstig zu bezeichnen. Dieses Verfahren besteht bekanntlich darin, den Träger nicht wie sonst üblich gleichbleibend zu halten, sondern von der Amplitude der modelnden Spannung abhängig zu machen. Entsprechend dem Ergebnis der Vorversuche wird in Leipzig ein Trägerverhältnis von 0,6 angewandt, d. h. im ungemodelten Zustand beträgt der Träger 60% des Trägers bei voller Aussteuerung. Trotz dieser verhältnismäßig geringen Herabsetzung des Trägers gegenüber dem Normalwert, die mit Rücksicht auf quadratisch gleichrichtende Empfänger gewählt wurde, geht die Gesamtleistungsaufnahme des Senders im Mittel um 23% zurück. Das bedeutet eine jährliche Ersparnis an Stromverbrauch von etwa 800 000 kWh, d. h. eine Herabsetzung der Stromkosten um mehr als 40 000 RM. Dabei sind beim Hörvergleich auch mit ungünstigen Empfängern keinerlei Unterschiede gegen das übliche Verfahren mit gleichbleibendem Träger wahrnehmbar. Das stimmt mit dem Ergebnis der Messungen überein, die zeigten, daß hinsichtlich Geräuschspannung, Frequenzkurve und Klirrfaktor keine Verschlechterung durch Einführung der Trägersteuerung eintritt. In den Anodensiebmitteln waren bei den Vorversuchen störende Einschwingvorgänge aufgetreten. Sie konnten auf sehr einfache Weise durch Dämpfung unterdrückt werden. Die anfänglichen Bedenken, daß infolge der schwankenden Leistungsaufnahme des Senders unangenehme Rückwirkungen auf das Elektrizitätswerk und unzulässige Spannungsschwankungen auftreten könnten, erwiesen sich als grundlos. Durch die Art und Weise, wie der Träger gesteuert wird, ist es möglich, während des Betriebes von gesteuertem auf gleichbleibenden Träger überzugehen. Gleichzeitig ist dadurch die Gefahr einer Beeinträchtigung des Betriebes bei Störungen im Vorsatzgerät auf ein Mindestmaß herabgesetzt. Ein Vorteil der Trägersteuerung gegen andere leistungssparende Verfahren ist, daß sie nachträglich in jeden Sender eingebaut werden kann. [H. Brückmann u. R. Seidelbach, Telegr.-, Fernspr.- u. Funk-Techn. 26 (1937) S. 82; 3 S., 8 Abb.] *eb.*

621. 315. 21 : 621. 397. 5 **Fernsehkabel.** — Das in London für die Krönungsfeierlichkeiten verlegte Fernsehkabel hat insgesamt eine Länge von rd. 23 km und ist in zwei Verstärkerabschnitte unterteilt. Es dient zur Verbindung von verschiedenen Aufnahmestellen in der Stadt mit dem Funkhaus und dem Sender und soll Frequenzen von 0 bis 2,5 MHz ohne Dämpfungs- und Phasenverzerrungen übertragen, wofür besondere Entzerrer vorgesehen sind. An dem Kabel ist hervorzuheben, daß es symmetrisch aufgebaut ist; es besteht aus zwei Kupferdrähten von rd. 2 mm Dmr., welche von einer gemeinsamen Bleihülle von rd. 23 mm Dmr. umgeben sind. Die Leiter sind in regelmäßigen Abständen nach beiden Richtungen durchgekröpft, wodurch sie sich selbst in einer konzentrischen Lage innerhalb von Isolierröhren aus Papier halten. Diese Papierröhren sind dann miteinander verseilt und mit weiteren Lagen Papier umgeben. Hierüber liegt der Bleimantel. Das Kabel wird genau so getrocknet wie gewöhnliche Fernsprechkabel mit Papierisolation. Der luftige Aufbau der Isolation bewirkt, daß die Ableitungsverluste selbst bei den höchsten Frequenzen erträglich klein bleiben. Bei der Frequenz von 1 MHz beträgt die Dämpfung etwa 0,83 Neper/km und der Wellenwiderstand rd. 190 Ω. [Electr. Rev., Lond. 120 (1937) S. 889; 1½ S., 5 Abb.] *Kdn.*

Theoretische Elektrotechnik.

538. 551. 3 : 518. 6 : 621. 383 **Ueber die photoelektrische Fourier-Analyse eines gegebenen Kurvenzuges.** — Rechnerische Verfahren und planimeterartige mechanische Analysatoren erfordern bei ihrer Anwendung viel Zeit; nach photoelektrischem Verfahren ähnlich dem Amplitudenverfahren der Tonfilmtechnik wurden bisher durch Aufzeichnen der Kurve als schwarzes Profil auf ein Band und Vorbeiziehen an einem beleuchteten Spalt die Lichtintensitätsschwankungen in Spannungsschwankungen umgewandelt und elektrisch weiter analysiert. Dabei wurde ein sich drehender Glaszylinder mit aufgeklebter Kurve benutzt, in dessen Innern sich die Lampe befand. Der Hauptnachteil bestand darin, daß die Kurvenlänge mit dem Zylinderumfang übereinstimmen mußte; ferner konnte die Phasenlage der Einzelschwingungen nicht bestimmt werden.

Das Verfahren wurde daher weiter ausgebildet, um die Integrale der Fourier-Koeffizienten auf photoelektrischem Wege zu bestimmen, wobei der vom Photostrom bewirkte Ausschlag eines Galvanometers unmittelbar den gesuchten Wert angibt. Hierbei legt man auf den Kurvenfilm mit der entsprechenden Dichteschrift versehene Filter auf und mißt den Gesamtlichtstrom. Nachteilig ist, daß diese Filterblenden in großer Zahl vorhanden sein müssen; bei Bestimmungen bis zum 20. Oberton werden 41 verschiedenartige Blenden benötigt. G. v. Békésy gibt die Einrichtung einer zweckmäßigen Meßanordnung an mit Umwandlung der Amplituden- in Intensitätsschrift (Aufspannungsart der Bromsilberoszillogramme, Linsen-, Projektoranordnung, Filmführung und Galvanometer). Durch Photographieren der Lichtzeigerausschläge des Galvanometers ist es weiterhin möglich, eine vollkommen selbsttätige und übersichtliche Darstellung der Fourier-Koeffizienten zu erhalten. [G. v. Békésy, Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 157; 5 S., 7 Abb.] *Tsch.*

551. 594. 221 **Von wo ab steuert der Blitz auf seine Einschlagstelle los?** — B. Walter untersucht die Blitzphotographien, bei denen der Einschlag des Blitzes in einen höheren Turm zu beobachten ist, und findet, daß die Bahnlinie dieser Blitze in allen Fällen über der Spitze des Turms einen deutlichen Knick zeigt. Von diesem Knick ab läuft die Linie dann in ausgesprochener Weise auf den Turm zu. Er schließt daraus, daß der Turm erst von dieser Stelle an einen entscheidenden Einfluß auf die weitere Ausbildung der Blitzbahn aus-

Digitized by Google

übte. Die verhältnismäßig geringe Höhe dieser Stelle über der Spitze des Turmes steht im Einklang mit der aus der Blitzschlagstatistik bekannten Tatsache, daß der Halbmesser des Schutzkreises eines höheren Turmes nur wenig größer ist als die Höhe des Turms über der zu schützenden Umgebung. [B. Walter, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 105; 5 S., 6 Abb.] *Br.*

Physik.

537. 228. 1 **Ein Beitrag zum Mehrwelligkeitsproblem von piezoelektrischen Quarzscheiben.** — Die Verwendung von Quarzscheiben in Empfängern für Hochfrequenz wird durch bisher ungeklärte und unerwünschte Nebenresonanzstellen erschwert. K. Balzer untersucht mit Hilfe von Staubfiguren zwei quadratische Quarzplatten von gleicher Kantenlänge, jedoch verschiedener Dicke, welche von einem 10 W-Sender in verschiedenen Frequenzen angeregt werden. Die Arbeit enthält 31 verschiedene photographisch wiedergegebene Staubfiguren, welche die große Mannigfaltigkeit der auftretenden Erscheinungen erkennen lassen. Ein Teil der Resonanzstellen läßt sich durch sekundäre Eigenfrequenzen erklären, welche entsprechend den Poissonschen Konstanten mit Länge und Breite der Platte zusammenhängen, ein anderer Teil der Resonanzstellen bleibt aber bis auf weiteres noch ungeklärt. [K. Balzer, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 169.] *Kur.*

537. 228. 1 **Quarzkeilresonator.** — Die Resonanzkurve eines Quarzes mit gegeneinander schwach geneigten Flächen (Abb. 8) wird mit einem Kathodenstrahloszillographen gemessen. Die Kurve, die eine große Zahl starker Maxima und Minima zeigt, wird folgendermaßen gedeutet. Der Quarzkeil stellt eine unendliche Anzahl von Resonatoren verschiedener Dicke dar, deren Resonanzkurven sich überlagern. Von jedem einzelnen Resonator (z. B. *a* in Abb. 8) geht gleichzeitig eine Welle in der Längsrichtung aus, die in *B* zurückgeworfen wird und die Schwingungsweite in *a* je nach ihrer Phase vergrößert oder verkleinert. Der Verfasser konnte zeigen, daß die Resonanzkurve wesentlich gleichförmiger wurde, wenn man den Rückwurf der Welle in *B* künstlich verhinderte. Durch Änderung der Länge und des Keilwinkels des Quarzes lassen sich sehr verschiedenartige, technisch brauchbare Resonanzkurven erzielen. Unter anderem wird als Beispiel die Schaltung eines quarzgesteuerten Bandfilters mit einer Resonanzkurve nach Abb. 9 angegeben. [A. Guerbilsky, J. Phys. Radium 8 (1937) S. 165; 4 S., 17 Abb.] *H. Ks.*

Abb. 8. Quarzkeilresonator.

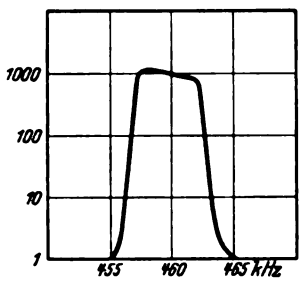


Abb. 9. Resonanzkurve eines quarzgesteuerten Bandfilters.

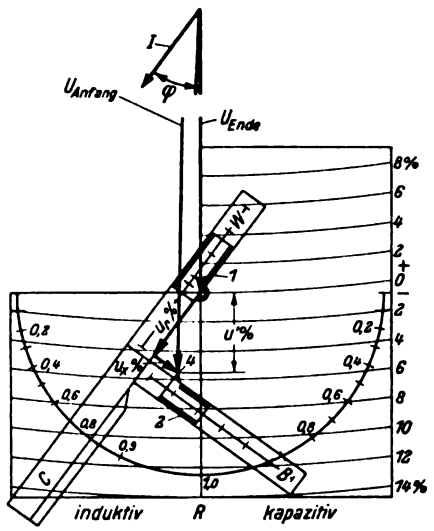
Werkstatt und Baustoffe.

669. 26. 09 : 620. 1 **Die Härte von Elektrolytchrom.** — Michel Cymboliste schlug aus einem Bade von über 100 l Inhalt Chromschichten von mehr als 0,5 mm Dicke nieder und bestimmte ihre Härte durch die Tiefe, bis zu der Diamantspitzen von bestimmten Abmessungen unter bestimmten Belastungen eindrangen. Im Chromsäurebad erniedrigen Anionen wie SO_4, Cl, Br, F die Härte, Kationen wie Na, K, Al, Zn, Cd, Fe, Ni, Co, Cu, Cr erhöhen sie; aber diese Einflüsse sind klein gegenüber denen von Chromsäuregehalt, Stromdichte und Temperatur. Bei gegebenem Verhältnis CrO_3/SO_4 verringert zunehmender Chromsäuregehalt immer die Härte. Vermehrung der Stromdichte bei 300 g/l CrO_3 und $CrO_3/SO_4 = 50$ verringert sie unterhalb 55°, erhöht oberhalb 55°; bei 55° ist ihr Einfluß gering. Die Temperatur um 50° gibt für alle Stromdichten die größte Härte. Über 50° wirkt Temperatursteigerung um so stärker, je kleiner die Stromdichte. Durch Verkuppeln aller dieser Einflüsse konnte Cymboliste die Brinellhärte zwischen 1200 (15 A/dm², 50°) und 400 (15 A/dm², 60°) ändern. Angelassenes Chrom hat nur 130. Der Verfasser will durch weitere Versuche den Einfluß des Gefüges feststellen. [M. Cymboliste, Génie civ. 110 (1937) S. 400; ¾ S., 1 Abb.] *K. A.*

Verschiedenes.

518. 5 : 621. 311. 1. 015. 1 **Geometrischer Rechenschieber für Berechnung von Spannungsabfällen und für geometrische Additionen.** — Die Übertragungsfähigkeit von Leitungen ist mit Ausnahme von besonders kurzen Strecken in erster Linie von dem entstehenden Spannungsabfall abhängig. Bei der Planung von Leitungen und im Betrieb muß daher sehr oft die Größe des Spannungsabfalls bei gegebener Belastung und Phasenverschiebung ermittelt werden. Um zeitraubende Rechnungen zu sparen, die außerdem bei Betrachtung verschiedener Belastungsverhältnisse nicht schnell den erwünschten Überblick geben, ist den Bedürfnissen der Praxis entsprechend von P. Altbürger ein geometrischer Rechenschieber entwickelt worden, dessen grundsätzlicher Aufbau aus Abb. 10 zu erkennen ist.

Dieser Rechenschieber ermöglicht auf der Grundlage des Vektordiagrammes die Lösung der Spannungsabfallrechnung auf rein graphischem Wege. Die ohmsche (U'_r %) und induktive (U'_x %) Komponente des Spannungsabfalls werden auf zwei aufeinander senkrecht stehenden Schenkeln (*W* und *B*) eines drehbaren Achsenkreuzes eingestellt, wobei die Phasenverschiebung durch Drehung des Achsenkreuzes über einem cos φ-Kreis auf Arm *C* berücksichtigt wird. An dem Zeiger *4* des kleinen Läufers *2* kann man dann auf den darunterliegenden Kreis-



Aus der Tafel für Betriebsspannung und Leitungsquerschnitt U'_r und U'_x ablesen!
U'_r % auf „*W*" mit Läufer *1* einstellen
U'_x % auf „*B*" mit Läufer *2* einstellen
cos φ auf Achse „*C*" einstellen
Ergebnis: Spezif. Spannungsverlust *U'* an Marke *4* von Läufer *2* auf darunterliegendem Liniensystem ablesen

Abb. 10. Geometrischer Rechenschieber.

bogen, deren Mittelpunkt in dem Anfangspunkt des Spannungsvektors liegt, den resultierenden Spannungsabfall (*U'* %) sofort ablesen. Die Werte für den ohmschen und induktiven Spannungsabfall sind in Prozenten ausgedrückt und in einer Tafel, die in Mappenform (Din A 4) mit dem eigentlichen Rechenschieber verbunden ist, für die gebräuchlichen Querschnitte (10 bis 150 mm²), Spannungen (0,220 bis 100 kV) und Leiterwerkstoffe (Cu, Al und Fe) ausgerechnet. Für andere Querschnitte und Spannungen sind die prozentualen Spannungsabfälle einfach zu errechnen. So ist z. B. bei Drehstrom für 1 kVA und 1 km

$$U'_{r\,\%} = \frac{r\ [\Omega/\mathrm{km}]}{10 \cdot U^2\ [\mathrm{kV}]}, \qquad U'_{x\,\%} = \frac{x\ [\Omega/\mathrm{km}]}{10 \cdot U^2\ [\mathrm{kV}]}.$$

Um den Rechenschieber mit der gleichen Skaleneinteilung für alle Betriebsspannungen verwendbar zu machen, sind bei der Berechnung der Spannungsabfälle die übertragene Leistung und die Streckenlänge so gewählt, daß die prozentualen ohmschen und induktiven Spannungsabfälle sich nur in einem

Digitized by Google

Zehnerbereich bewegen. Für diese spezifischen Werte von U'_r % und U'_x % wird der resultierende spezifische Spannungsabfall U' % ermittelt. Für die tatsächlich vorliegende Belastung und Leitungslänge kann dann der Spannungsabfall einfach proportional umgerechnet werden. Die Tafelwerte gelten für Drehstrom-Freileitungen 50 Hz; für Kabel, Einphasenleitungen und $16^2/_3$ Hz sind einfache Umrechnungsfaktoren angegeben. Die Anwendung des Rechenschiebers kann aus dem auf dem Rechenschieber durchgeführten Beispiel leicht entnommen werden. In gleicher Weise wie der Spannungsabfall von Leitungen kann mit dem Rechenschieber auch der Spannungsabfall von Transformatoren ermittelt werden.

Außer für Spannungsabfallrechnungen läßt sich der Rechenschieber auch benutzen für alle geometrischen Additionen von zwei Größen, die einen Winkel von 90° einschließen. So kann z. B. aus Wirk- und Blindleistung die Scheinleistung, aus ohmschem und induktivem Widerstand der Scheinwiderstand durch einfache Läufereinstellungen errechnet werden. Auch die für Kompensation auf einen gewünschten $\cos\varphi$ erforderliche Kondensatorenleistung läßt sich durch zwei Läuferstellungen schnell ermitteln. Ferner kann bei entsprechender Einstellung des Achsenkreuzes der Wert des $\sin\varphi$ für einen bestimmten $\cos\varphi$ auf dem $\cos\varphi$-Kreis unmittelbar abgelesen werden. Die Genauigkeit des geometrischen Rechenschiebers kommt der bei Rechenschieberrechnungen im allgemeinen erreichbaren Genauigkeit gleich. Bei höheren Spannungen, von etwa 60 kV ab, tritt durch die Vernachlässigung des Kapazitätseinflusses ein geringer Fehler auf, der jedoch für Überschlagsrechnungen vernachlässigt werden kann. Der geometrische Rechenschieber ermöglicht also ohne lange Rechnungen auf theoretisch einwandfreier Grundlage eine schnelle Übersicht über die Belastungsfähigkeit von Leitungen und die Spannungsverhältnisse an den einzelnen Netzpunkten. *f.*

Das Programm des Hauses der Technik in Essen. — Am 5. 10. fand der erste der 54 fachwissenschaftlichen Vorträge statt, die im kommenden Wintersemester von namhaften Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis gehalten werden. Der Elektrotechniker wird sich besonders für folgende Vorträge interessieren: Schneider, Physio-psychologische Probleme der Lichttechnik (10. 11.); Gehrts, Entwicklung und Stand des Fernsehens (10. 11.); Petersen, Neuerungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik (26. 11.); Stintzing, Röntgenographische Prüfungsmethoden in der Technik (28. 1. 1938); Kesselring, Physikalische Zusammenhänge bei der Erzeugung und Rückumwandlung elektrischer Energie (4. 2.); Stormanns, Fortschritte der Elektrifizierung des Bergbaues unter Tage (4. 3.); Büchting, Selbsttätige elektrische Reglung neuzeitlicher Dampfkessel (15. 3.). Die Hörerkarte für einen dieser Vorträge kostet 1,50 RM, die Semesterkarte 10,— RM. Auskunft erteilt: Haus der Technik, Essen, Hollestr. 1 a.

Arnold-Stiftung. — Die Zinsen des Stiftungskapitals sind bestimmt zur Ermöglichung oder Förderung von Studien und Forschungsarbeiten am Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Die Unterstützungen dienen zur Bestreitung von Unkosten und zur Beschaffung von Einrichtungen und Instrumenten, die über den Rahmen dessen hinausgehen, was seitens des Instituts für Sonderarbeiten zur Verfügung gestellt werden kann, und werden als Beihilfe gewährt für diejenigen, die auf Anregung von industrieller oder wissenschaftlicher Seite Arbeiten von allgemeinem Interesse auszuführen bereit sind.

Unterstützung kann jedem gewährt werden, der die Befähigung zu selbständigem Arbeiten besitzt.

Gesuche um Gewährung einer Unterstützung sind beim Vorsitzenden des Kuratoriums, Professor Dr. Richter, Elektrotechnisches Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe, mit einem Arbeitsplan und einer Erläuterung über die Verwendung der beantragten Unterstützungssumme schriftlich spätestens bis zum 1. Dezember 1937 einzureichen.

Preisausschreiben der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung E.V., Berlin. Termin 1. 8. 1938. — Die Gesellschaft schreibt anläßlich ihrer Hauptversammlung 1937 in München vier Preisaufgaben aus, betreffend:

A. Flugzeugbau
B. Flugmotorenbau
C. Funkwesen
D. Waffenwesen.

Von diesen vier Aufgaben wird den Elektrotechniker Aufgabe 3: Funkwesen interessieren, und wir weisen deshalb besonders darauf hin:

„C. Funkwesen

Durch die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte in der praktischen Durchführung von Schlechtwetterflügen und -landungen ist die Frage der Bestimmung von Hindernissen nach Abstand und Richtung beim Fluge, insbesondere aber die Bestimmung des Bodenabstandes bei der Landung vordringlich geworden.

In Deutschland und im Auslande sind verschiedene Vorschläge und Verfahren zur Bestimmung des Bodenabstandes auf funkentechnischem Wege bekannt geworden.

Aufgabe 3

Es ist eine Zusammenstellung dieser Vorschläge und Verfahren und eine kritische Betrachtung hinsichtlich der praktischen Verwendbarkeit und der Entwicklungsmöglichkeit zu geben.

Auch die Bestimmung von Richtung und Abstand zu festen und beweglichen Hindernissen während des Fluges wird — wenn auch in geringem Umfange — bereits bearbeitet. Es ist erwünscht, die kritische Betrachtung auf dieses Gebiet auszudehnen."

Auskunft über die näheren Bedingungen erteilt das Generalsekretariat der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung E. V., Berlin SW 68, Wilhelmstr. 146.

AUS LETZTER ZEIT.

40 Jahre Dieselmotor. — Am 4. 10. d. J. wurde im Werk der MAN zu Augsburg eine Gedenktafel enthüllt, die an die Entstehung des ersten Dieselmotors vor 40 Jahren erinnert. Rudolf Diesel hatte 1892 einen Motor zum Patent angemeldet, der auf der Grundlage des Carnotschen Kreisprozesses eine besonders hohe Wirtschaftlichkeit versprach. Die MAN und Krupp übernahmen die praktische Ausführung; bei der MAN sollten die ersten Versuche stattfinden. 1893 wurde die erste Maschine gebaut, die aber erst im Februar 1894 nach verschiedenen Änderungen wirklich lief. Nach abermaligem Umbau nahm im Februar 1897 Prof. Schröter, T. H. München, Abnahmeversuche vor, die sehr günstige Werte ergaben und die Augen der ganzen Welt auf den neuen Motor richteten.

Nachdem Anfang 1898 der erste Motor für praktischen Betrieb geliefert worden war, traten noch zahlreiche technische Schwierigkeiten auf, die an das Können und die Zähigkeit Diesels und seiner Mitarbeiter die höchsten Anforderungen stellten, aber bis zur Jahrhundertwende glücklich überwunden wurden. — Der erste von Krupp 1898 betriebsfertig hergestellte Dieselmotor (35 PS_e, 170 U/min) hat bis zum Mai 1937 praktisch seinen Dienst getan und ist nun zur Erinnerung an die Großtat Diesels im Deutschen Museum zu München unter den Meisterwerken der Technik aufgestellt worden.

Centro Volpi di Elettrologia. — S. E. Giuseppe Volpi, Conte di Misurata, der Präsident der großen Elektrizitätserzeugungsgruppe „Adriatica", ehemaliger italienischer Finanzminister, seinerzeitiger Gouverneur der Kolonie Tripolis und Begründer der venezianischen Industriezone Maghera, hat in Venedig eine Forschungsstätte für Elektrologie gegründet. Der Sitz der Stiftung ist der von Volpi gekaufte, am Canale Grande gelegene Palast Vendramin, in dem Richard Wagner lebte und starb. In dem Institut soll auch ausländischen Forschern Gelegenheit gegeben werden, zu arbeiten und Ideen auszutauschen. Ebenso sollen dort wissenschaftliche Organisationen, die in Venedig ihre Kongresse abzuhalten gedenken, eine würdige Versammlungsstätte finden. — Im Vorstand des Institutes sind die Elektrotechniker Vallauri (T. H. Turin), Giordano (T. H. Neapel), Giacinto Motta (vom Edisonkonzern), Piero Pirelli (Gummi- und Kabelwerke), Pugno Vanoni (Universität Padua) u. a. vertreten. *Rtz.*

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Phasenschieber-Kondensatoren in Überlandnetzen.

Von P. Altbürger, Berlin.

(Schluß von S. 1123.)

621. 319. 4. 072. 7. 004. 12 : 621. 311. 152

Bei den vorher durchgeführten Rechnungen ist die Kondensatorgröße im Verhältnis zur Netzblindleistung so groß gewählt worden, daß die Kosten für den Kondensatoreinbau durch die Verlustersparnis gedeckt werden. Obwohl unter dieser Voraussetzung keine Vorteile durch Verlustersparnis erreicht werden, ergibt sich jedoch schon ein beachtlicher Rückgang der übertragenen Scheinleistung und des Spannungsabfalles. Um die Größenordnung dieses Gewinns und den prozentualen Rückgang zu erkennen, wurden die Werte für 15 kV, 3000 Betriebsstunden, 200 BkW Kondensatorleistung und Widerstände von 5 bis 25 Ω ausgerechnet, unter der Voraussetzung, daß $N_{bl}/N_{Ko} = n_0$ ist (Zahlentafel 2). Der Rückgang der Scheinleistung und des Spannungsabfalls ist sehr stark abhängig von dem vor der Kompensation vorhandenen Netz-cos φ. Daher sind diese Werte auch in Abhängigkeit vom cos φ in Abb. 6 aufgetragen. Der Gewinn an Scheinleistung liegt bei den verschiedenen Werten von R in der gleichen Größenordnung und beträgt z. B. bei einem cos $\varphi = 0{,}71$ im Mittel 110 kVA. In Prozenten der übertragenen Scheinleistung ergibt sich ein Rückgang von 10 bis 25 % je nach den Werten für R. Bei cos $\varphi = 0{,}95$ ist der Rückgang wesentlich geringer und beträgt nur etwa noch ein Zehntel des Rückganges bei cos $\varphi = 0{,}71$. Außerdem müßte die vom Blindstrom zu entlastende Leitung bei einem cos $\varphi = 0{,}95$ sehr hoch belastet sein, wenn die Kondensatorkosten durch den Verlustgewinn gedeckt werden sollen. Der Spannungabfall ist dann auf der Leitung jedoch so groß, daß eine so hohe Belastung für normale Betriebsverhältnisse nicht in Frage kommt.

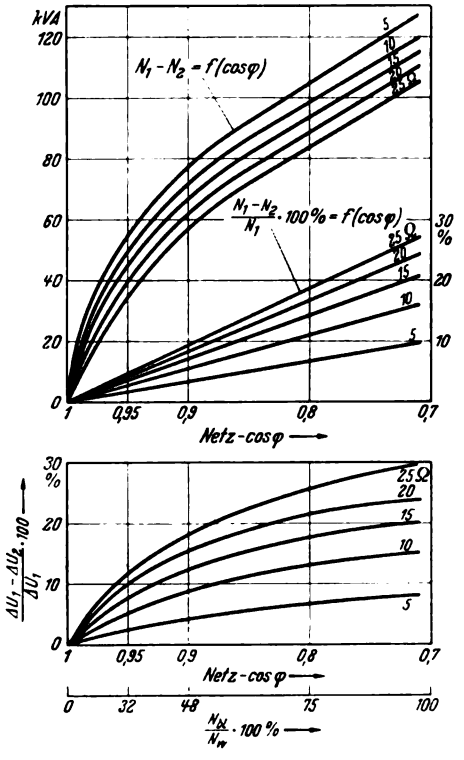


Abb. 6. Rückgang von Scheinleistung (N_1) und Spannungsabfall ΔU_1 abhängig vom Netz-cos φ.

Man kann aus dieser Darstellung erkennen, daß eine Kompensation der Blindleistung bei einem Netz-cos φ von über 0,9 nur bei hohen Werten von R noch Vorteile bringt.

Mit dem Rückgang an Scheinleistung ist auch ein solcher des Spannungsabfalles verknüpft, der ebenfalls bei schlechtem Netz-cos φ am größten ist. Die Verringerung des Spannungsabfalles wurde für 25, 35 und 50 mm² Kupfer errechnet. Bei einer 50 mm²-Kupferleitung ist der Gewinn größer als bei 25 mm². Der Grund hierfür ist der, daß bei gleichem Wert von R die 50 mm²-Leitung doppelt so lang als die 25 mm²-Leitung und hierdurch der induktive Widerstand auch doppelt so groß ist. Der Gesamtspannungsabfall ist $\Delta U = I \cos\varphi R + I \sin\varphi X$. Durch die Kompensation wird nur $I \sin\varphi X$ verringert, während $I \cos\varphi R$ sich bei gleichem R durch die Kompensation nicht verändert. Durch den höheren Wert von X bei 50 mm² ist der Anteil des durch den Blindstrom verursachten Spannungsabfalls am Gesamtspannungsabfall größer als

Zahlentafel 2.

cos φ	R	$n_0 = \frac{N_{bl}}{N_{Ko}}$	N_{bl} BkW	N_{bl} mit Ko BkW	N_W kW	N_1 kVA	N_2 kVA	cos φ_2 mit Ko	$N_1 - N_2$ kVA	$\frac{N_1 - N_2}{N_1} \cdot 100\,\%$	Δ U % 25²	35²	50²	$\frac{\Delta U - \Delta U'}{\Delta U} \cdot 100\%$ 25²	35²	50²
0,71	5	4,78	950	750	950	1350	1215	0,78	135	10,0	3,28	3,60	4,28	6,1	8,9	11,7
0,8					1270	1590	1485	0,82	105	6,6	4,02	4,23	4,92	5,7	6,4	6,9
0,9					1980	2200	2120	0,91	80	3,64	5,58	5,84	6,55	3,8	4,3	4,6
0,95					2970	3120	3065	0,96	55	1,76	7,79	7,16	8,85	2,1	2,6	3,7
0,71	10	2,64	530	330	530	750	630	0,85	120	16,0	3,65	3,97	4,77	12,9	15,6	19,5
0,8					710	885	785	0,90	100	11,3	4,50	4,71	5,49	11,6	13,0	14,7
0,9					1105	1225	1150	0,96	75	6,13	6,22	6,47	7,30	7,6	9,7	12,6
0,95					1655	1740	1690	0,97	50	2,87	8,71	8,87	9,89	3,6	5,1	7,5
0,71	15	1,93	385	185	385	545	430	0,89	115	21,1	3,96	4,33	5,20	16,9	21,0	24,8
0,8					515	650	555	0,94	95	14,65	4,94	5,18	6,05	15,6	16,6	20,2
0,9					800	890	820	0,97	70	7,88	6,78	7,05	7,95	10,5	12,8	16,4
0,95					1200	1265	1220	0,99	45	3,56	9,45	9,66	10,80	7,4	8,5	10,6
0,71	20	1,57	315	115	315	450	340	0,93	110	24,5	4,38	4,78	5,72	21,0	24,2	31,8
0,8					420	525	435	0,96	90	17,15	5,32	5,69	6,52	13,2	21,0	27,8
0,9					655	730	665	0,98	65	8,91	7,42	7,72	8,70	12,8	16,0	19,3
0,95					985	1030	990	0,99	40	3,88	10,28	10,50	11,72	8,7	10,9	14,7
0,71	25	1,36	270	70	270	385	280	0,96	105	27,3	4,68	5,10	6,11	25,0	30,2	36,6
0,8					360	455	370	0,98	85	18,69	5,77	6,05	7,05	22,0	25,2	30,8
0,9					560	630	570	0,99	60	9,53	8,05	8,31	9,38	16,0	17,9	25,2
0,95					845	890	855	0,995	35	3,93	11,03	11,32	12,65	9,1	11,7	18,2

$U = 15$ kV $N_{Ko} = 200$ BkW $h = 3000$ Betr.-Std.

Digitized by Google

Zahlentafel 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Kosten je Jahr												
N_{Ko}	Kondensator	Eigenverluste Kondens.	Schaltanlage	Gesamtkosten	Gesamt-Verlust-ersparnis	tatsächl. Verlustersparnis 6 — 5	$\frac{N_{bl_2}}{N_{bl_1} - N_{Ko}}$	N_2	$\cos\varphi_2$	$N_1 - N_2$	Spannungsabfall ΔU_1	ΔU_2	$\frac{\Delta U_1 - \Delta U_2}{\Delta U_1} \times 100$
BkW	RM	RM	RM	RM	RM	RM	BkW	kVA		kVA	%		%
100	160,—	18,—	100,—	278,—	360,—	82,—	400	805	0,87	55	6,7	6,3	6
200	320,—	36,—	100,—	456,—	640,—	184,—	300	760	0,92	100		5,9	12
300	480,—	54,—	100,—	634,—	840,—	206,—	200	730	0,96	130		5,5	18
400	640,—	72,—	100,—	812,—	960,—	148,—	100	705	0,99	155		5,2	22,5
500	800,—	90,—	100,—	990,—	1000,—	10,—	0	700	1	160		4,6	31,5

$U = 15$ kV $N_W = 700$ kW $N_{bl_1} = 500$ BkW $N_1 = 860$ $\cos\varphi_1 = 0{,}81$ $R = 15\ \Omega$ $l = 25$ km 50 mm² Al.-Freileitung $h = 3000$ Betr.-Std. $s = 0{,}02$ RM.

bei 25 mm², so daß eine Änderung von $I \sin\varphi$ durch Kondensatoreinbau bei 50 mm² Cu eine stärkere Verringerung des Gesamtspannungsabfalls bewirkt. Bei einem $\cos\varphi$ von 0,95 ist vor allem bei niedrigem Widerstandswert, also geringerer Leitungslänge, der Gewinn an Spannungsabfall genau wie bei der Scheinleistung nur sehr klein, so daß aus diesem Grunde kein Anreiz besteht, Kondensatoren einzubauen.

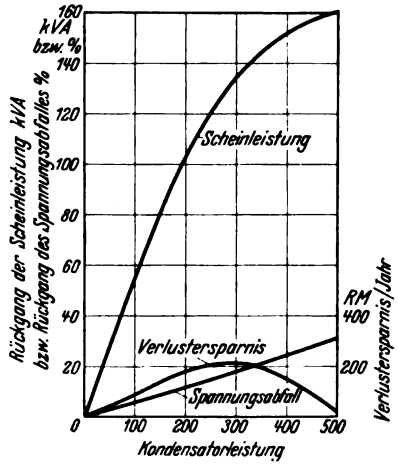


Abb. 7. Gewinn an Scheinleistung, Spannungsabfall und Verlusten als Funktion der Kondensatorleistung.

Die vorstehenden Betrachtungen sollten hauptsächlich zeigen, wie die vom Blindstrom abhängigen Größen durch den Kondensatoreneinbau beeinflußt werden und in welcher Größenordnung die Ersparnisse liegen, wenn die Kondensatorkosten gerade durch die Verlustersparnis gedeckt werden.

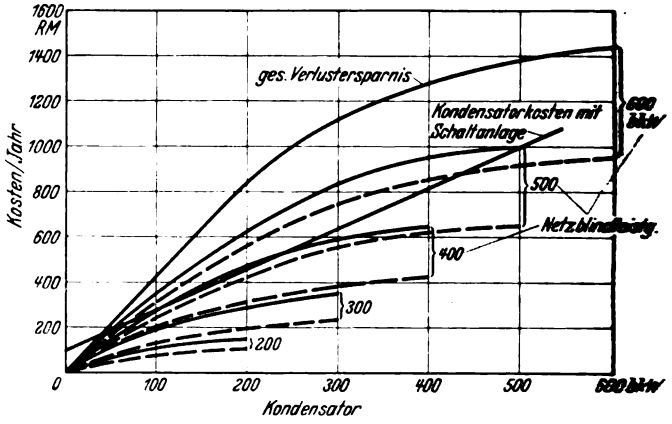
In praktischen Fällen ist nun meist zu entscheiden, wie groß kann bei einer gegebenen Wirk- und Blindleistungsbelastung der Kondensator gewählt werden, um den höchstmöglichen Nutzen zu erzielen.

Will man z. B. für die in Abb. 4 aufgezeichnete Belastung die zweckmäßigste Kondensatorgröße ermitteln, so stellt man zunächst die mittlere Blindlast während der Tagesstunden, hier rd. 500 BkW, fest. Bei 3000 Benutzungsstunden wird dann die Verlustersparnis [s. Gl. (1)] und die jährlichen Kondensatorkosten bei Einbau verschiedener Kondensatorgrößen errechnet. Die Differenz beider Werte ergibt die Verlustersparnis nach Deckung der Kondensatorkosten (Zahlentafel 3). In Abb. 7 ist diese Verlustersparnis in Abhängigkeit von der Kondensatorgröße aufgetragen. Sie erreicht ihr Maximum bei einem Kondensator von 300 BkW und fällt dann wieder bis auf Null bei 500 BkW. Hiernach wäre also ein Kondensator für etwa 300 BkW zu wählen.

Der Verlustgewinn ist jedoch nicht allein maßgebend, viel stärker ins Gewicht fällt der Rückgang der Scheinleistung, der bis 200 BkW Kondensatorleistung fast proportional mit dieser zunimmt, darüber hinaus bis 400 BkW auch noch stark wächst. Mit Rücksicht auf die Ersparnis an Scheinleistung kann daher der Kondensator noch größer gewählt werden als 300 BkW, wie er sich nach der höchsten Verlustersparnis ergibt. Da die Bewertung der Scheinleistungsersparnis je nach den vorliegenden Verhältnissen verschieden hoch sein kann, kann nicht allgemein angegeben werden, wie groß die Kondensatorleistung mit Rücksicht auf die Scheinleistungsersparnis gewählt werden soll. Handelt es sich z. B. um eine hochbelastete Leitung oder einen bis zur Grenzleistung belasteten Transformator, so kann durch Einbau weiterer Kondensatorleistung und entsprechender Verringerung der Scheinleistung die Verstärkung der Leitung oder die Erhöhung der Transformatorleistung vermieden werden. Die so ersparten Kosten müssen in einem günstigen Verhältnis zu dem Anschaffungspreis der Kondensatorleistung stehen.

Da die Übertragungsfähigkeit von Überlandleitungen meist durch die Höhe des Spannungsabfalls bestimmt wird, ist auch der Rückgang des Spannungsabfalls durch den Kondensatoreneinbau von großer Bedeutung. Im vorliegenden Fall vermindert sich der Spannungsabfall proportional mit der eingebauten Kondensatorleistung, und zwar um 6 % je 100 BkW Kondensatorleistung.

Die Verminderung der Scheinleistung und des Spannungsabfalls durch Kompensation ist, wie früher bereits gezeigt, um so größer, je schlechter der Netz-$\cos\varphi$ vor der Kompensation ist. Der Kondensatoreneinbau wirkt sich daher besonders günstig bei der in Überlandnetzen wegen der großen Spitzenbelastung mit hoher Blindleistung so unangenehmen Dreschlast aus.



$N_{bl} = 200$ bis 600 BkW $N_W = 700$ kW $h = 3000$ h $S = 0{,}02$ RM
——— $R = 15\ \Omega$ — — — $R = 10\ \Omega$

Abb. 8. Ges. Verlustersparnis und Kondensatorkosten als Funktion der Kondensatorleistung.

Bei kleinerer Netzblindleistung wird der Verlustgewinn geringer, wie aus der Abb. 8 zu ersehen ist, in der der Verlustgewinn außer bei $R = 15\ \Omega$ auch bei $R = 10\ \Omega$ eingezeichnet ist. Bei einer Blindleistung von 400 BkW bei $R = 10\ \Omega$ werden z. B. die Kondensatorkosten nicht mehr durch die Verlustersparnis gedeckt. Trotzdem kann jedoch mit Rücksicht auf den Rückgang der Scheinleistung und des Spannungsabfalls der Kondensatoreneinbau wirtschaftlich sein.

Die Einschaltzeit des Kondensators läßt sich nach dem örtlichen Auftreten der Blindleistung festlegen, sie wird in die Zeit der hauptsächlichen Motorenbelastung von etwa 7^{00} bis 17^{00} oder 19^{00} fallen. Darüber hinaus kann der Kondensator jedoch auch während der Licht-

Digitized by Google

belastung in Betrieb bleiben, wenn seine spannungsverbessernde Wirkung ausgenutzt werden soll. Die Verluste auf der Leitung werden dann auch bei Überkompensation nicht höher, wenn die Netzblindleistung nicht kleiner als das 0,5fache der Kondensatorleistung ist.

Zur Festlegung der Einsatzzeiten für die Kondensatoren empfiehlt es sich, an den Einbaustellen Messungen zu machen, was am einfachsten durch Einbau eines Wirk- und Blindzählers in die Hauptspeiseleitung geschieht.

d) Einbau in Umspannwerken.

Der Hochspannungskondensator wird bisher meist in Umspannwerken oder bei Fremdstrombezug an den Übergabestellen eingebaut. Es ergeben sich dann größere Einheiten, die jedoch wieder unterteilt werden müssen, da sonst beim Schalten der ganzen Batterie zu große Spannungssprünge hauptsächlich durch die Änderung des Transformatorenspannungsabfalls auftreten. Die Schaltanlage kann daher auch nicht so einfach gehalten werden, wie es ohne Rücksicht auf die Spannungssprünge möglich wäre. Da einzelne Kondensatoreinheiten zu bereits im Betrieb befindlichen parallel geschaltet werden, werden Vorstufenschalter und Dämpfungswiderstände erforderlich, die die Schaltanlage verteuern.

Beim Einbau des Kondensators im Umspannwerk selbst werden lediglich der Transformator, die Hochspannungsleitung und die Erzeugungsanlage vom Blindstrom entlastet. Die wesentlichen Vorteile, die der Einbau des Kondensators durch Entlastung des Mittelspannungsnetzes bringt, werden also bei Anordnung der Kondensatoren im Umspannwerk selbst überhaupt nicht ausgenutzt. Beim Einbau der Kondensatoren am Ende der vom Umspannwerk ausgehenden Hauptspeiseleitungen beträgt der Verlustgewinn ein Vielfaches des Verlustgewinnes, den man durch Entlastung der Hochspannungsleitung erreichen kann.

Die Verlustersparnis ist vom Widerstand R der entlasteten Anlageteile abhängig. Der Verlustgewinn bei $R = 1\,\Omega$ und 15 kV wäre bei 100 kV erst genau so groß für einen Wert von $R = 44{,}5\,\Omega$. In Leitungslängen ausgedrückt ist bei 15 kV die Verlustersparnis auf nur 2,7 km 50 mm² Cu-Einfachleitung genau so groß wie bei 100 kV auf einer 170 km-Doppelleitung 95 mm² Cu. In ähnlicher Weise verhält sich auch der Rückgang der Scheinleistung und des Spannungsabfalls. Wenn also die Möglichkeit besteht, Kondensatoren im Mittelspannungsnetz selbst anzuordnen, wie dies im Abschnitt 2c) eingehend geschildert wurde, ist der Einbau von Kondensatoren im Umspannwerk selbst nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich zu vertreten.

3. Schalteinrichtung.

Da die Kondensatoren aus früher angeführten betrieblichen Gründen nur zu Zeiten des hauptsächlichen Blindleistungsbedarfs eingeschaltet werden dürfen, müssen sie über einen Schalter angeschlossen werden, so daß sie nach einem Fahrplan ein- und ausgeschaltet werden können. Diese Erkenntnis ist leider vielfach nicht vorhanden, man findet immer wieder, daß Kondensatoren auch bei Abnehmern nicht abschaltbar fest angeschlossen sind, so daß Werke mit ausgedehntem Hochspannungsnetz in belastungsschwachen Zeiten besondere Blindstromkompensationsdrosseln einschalten müssen, um nicht nur die Ladeleistung der Hochspannungsleitungen, sondern auch die im Betrieb befindlichen nicht ausschaltbaren Kondensatoren zu kompensieren. Der Grund dafür, daß keine Abschaltung vorgesehen wird, liegt vielfach darin, daß die Schalteinrichtung nicht einfach genug vorgesehen wird, so daß die Kosten für die Schaltanlage einen zu hohen Prozentsatz der Kondensatorkosten ausmachen. Es ist jedoch möglich, vor allem durch Anwendung von Leistungstrennschaltern, die Schalteinrichtung sehr einfach zu gestalten. Bei Einbau des Kondensators in Mittelspannungsschaltstationen ergibt sich z. B. die Anordnung nach Abb. 9. Zum Ein- und Ausschalten wird ein Leistungstrennschalter benutzt, mit dem zwangsläufig ein Entladeschalter gekuppelt wird, der mit entsprechender Verschiebung gegen den Leistungsschalter und mit diesem zusammen ein- und ausgeschaltet wird. Hierfür gibt es einfache Konstruktionen, bei denen je nach dem örtlichen Einbau der Entladeschalter oben oder unten angeordnet wird. Die Abschaltleistung des Leistungstrennschalters kann klein sein (etwa 5 MVA), da der Kurzschlußschutz von der vorgeschalteten Sicherung übernommen wird. Diese ist für den 1,6fachen Nennstrom des Kondensators zu bemessen. Zur Entladung werden Widerstände benutzt, da diese wesentlich billiger sind als die vielfach verwendeten Entladedrosseln. Die Widerstände werden auf den Entladeschaltern federnd befestigt, damit die Kohlewiderstände nicht brechen können; bei richtiger Anordnung besteht diese Gefahr nicht. Zur Stromüberwachung genügt ein eingebauter überstromsicherer Stromanzeiger. Stromwandler verteuern die Anlage sehr und werden durch den Einschaltstromstoß so hoch beansprucht, daß sie trotz Überbrückungswiderständen an den Klemmen überschlagen.

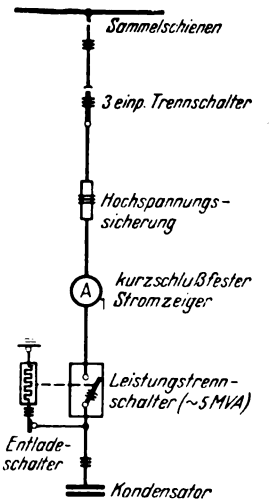


Abb. 9. Schalteinrichtung für Einbau eines Hochspannungskondensators.

Die Kondensatoren selbst können bei Platzmangel auch im Freien aufgestellt werden, während die Schalteinrichtung zur Vermeidung der höheren Kosten für Freiluftausführung am zweckmäßigsten im Schalthaus angeordnet wird. Auch bei beschränkten Raumverhältnissen im Schalthaus ist es fast immer möglich, die Schaltapparate innen an einer Wand unterzubringen. Die Kosten für eine solche Schalteinrichtung liegen einschließlich Montage unter 1000 RM, so daß bei einem Kondensator von 200 BkW die Kosten für die Schaltanlage 5 RM/BkW betragen.

4. Erfahrungen im Betrieb.

In der vorstehend als besonders günstig ermittelten Einbauart in Mittelspannungs-Schaltstationen sind 9800 kVA-Kondensatoren in Einheiten von 100 und 200 BkW mit Spannungen von 6 bis 20 kV in Betrieb. Neben der Entlastung der Leitungen und Transformatoren hat sich die spannungsverbessernde Wirkung besonders günstig bemerkbar gemacht. In den meisten Fällen ist der Spannungsabfall nach Kompensation 1 bis 2 % niedriger. Irgendwelche Anstände haben sich bisher im Betrieb nicht ergeben, auch die früher befürchtete Resonanzgefahr bei Oberwellen ist bedeutungslos. Sämtliche Kondensatoren werden morgens und abends ein- und ausgeschaltet, so daß Überkompensation und die damit verbundenen Nachteile vermieden werden.

Zusammenfassung.

Neben der Kompensation beim Blindstromverbraucher selbst kann außerdem der Einbau von Kondensatoren bei richtiger Wahl des Einbauortes und der Größe auch im Hochspannungsverteilungsnetz erfolgen. Haupterfordernis ist die Abschaltmöglichkeit des Kondensators, da sonst die Verlustersparnis am Tage durch Überkompensation zu belastungsschwachen Zeiten aufgehoben wird, und außerdem Schwierigkeiten für die Spannungshaltung und für den stabilen Betrieb der Maschinen entstehen. Durch Messungen mit Wirk- und Blindzählern an den in Frage kommenden Einbaustellen kann durch Wirtschaftlichkeitsrechnungen in der beschriebenen Weise die zweckmäßigste Kondensatorengröße und der Fahrplan für die Einschaltung festgelegt werden. Der verteilte Einbau der Kondensatorleistung bringt bei Verwendung einer einfachen Schalteinrichtung erheblich größere betriebliche Vorteile als der Einbau in großen Batterien in Umspannwerken.

Digitized by Google

621. 365. 41/44. 003. 1 **Wirtschaftlichkeitsfragen bei elektrischen Glühofenanlagen.** — Elektrische Glühöfen, wie sie nicht nur zum Glühen von Metallen, sondern auch zum Brennen keramischer Waren mehr und mehr Anwendung finden, stellen sehr günstige Stromverbraucher der Elektrizitätswerke dar, da sie häufig Ausnutzungszeiten von 7000 Std. im Jahre erreichen. Auch besteht gegebenenfalls die Möglichkeit, zu Zeiten der Spitzenbelastung der Elektrizitätswerke die Öfen abzuschalten oder zumindest die Heizleistung zu verringern. Bei Öfen in der keramischen Industrie wird sogar häufig mit Nachtstrom ausgekommen. Bei der Berechnung des vom Standpunkt des Stromverbrauchers aus wirtschaftlich tragbaren Strompreises sind nicht nur der bedeutend günstigere Wirkungsgrad der Elektroglühöfen (etwa 50 bis 90% im Vergleich zu Brennstofföfen mit 5 bis 20%), sondern auch alle anderen Begleitumstände zu berücksichtigen, so vor allem die geringen Amortisations- und Instandhaltungskosten, Ersparnis im Fabrikationsgang durch zweckmäßigeren Einbau der Elektroöfen. Häufig bewirkt auch die Verbesserung der Arbeitsgüte eine völlige Veränderung der Wirtschaftlichkeitsverhältnisse. In einem Emaillierofen ergab sich z. B. bei einem reinen Vergleich des Brennstoffs mit dem Stromverbrauch ein äquivalenter Strompreis von 1,83 Rpf/kWh[1]). Wenn man jedoch berücksichtigt, daß die Ausschußgeschirrmenge im Brennstoffofen 6%, im elektrischen Ofen nur 3% beträgt, so erhöht sich der tragbare Strompreis auf 2,94 Rpf/kWh. Wenn auch nur in seltenen Fällen alle diese Einflüsse zahlenmäßig einmal erfaßt werden können, so ist es doch nötig, bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung alle diese verschiedenen Begleitumstände richtig einzuschätzen. [H. Nasty, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 165; 4 S., 1 Abb.] *Mö.*

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Finnlands Elektroeinfuhr 1936. — Die finnische Elektroeinfuhr betrug im Jahre 1936 15,1 Mill RM. Gegenüber 1935 ist sie um 3,8 Mill RM oder 33,5%, gegenüber 1934 um 6,3 Mill RM oder 71,5% gestiegen. Innerhalb der Warengruppen (Zahlentafel 1) ist die Einfuhr gegenüber 1935 am stärksten gestiegen (43% und mehr) bei Radioapparaten, Glühlampen, Meß- und Zählvorrichtungen, Kohle für die Elektrotechnik. Bei Maschinen entspricht die Einfuhrsteigerung ungefähr der Gesamtzunahme, in den übrigen Gruppen betrug die Zunahme etwa 20 bis 25%. Unter den Lieferländern (Zahlentafel 2) steht Deutschland an erster Stelle, das infolge der Verdoppelung seiner Lieferungen nach Finnland gegenüber 1934 seinen Anteil an der Gesamteinfuhr von 41% 1934 auf 49% 1936 steigern konnte. Zweitgrößter

Zahlentafel 1. Finnland: Elektroeinfuhr 1935 und 1936 nach Warengruppen.

Warengruppe	1935		1936		Anteil a. d. Gesamt-El.-Einfuhr	
	dz	1000RM	dz	1000RM	1935 %	1936 %
Generatoren, Motoren, Transformatoren	17 114	2 736	30 422	3 708	24,1	24,6
Akkumulatoren und Elemente	8 073	646	9 690	805	5,7	5,3
Kabel u. isolierte Drähte	14 663	949	15 049	1 149	8,3	7,5
Meß- und Zählvorrichtungen	495	369	796	528	3,3	3.5
Anlaß-, Schalt- und Sicherheitsapparate, Installationsmaterial	6 206	1 686	8 512	2 092	14,9	13,8
Isolier- u. Installationsmaterial aus Porzellan u. ähnlichen Stoffen	1 073	122	4 237	361	1,1	2,4
Telegraphie und Telephonie mit Draht	744	938	1 119	1 120	8,3	7,3
Radioapparate und Teile davon einschl. Röhren	3 124	2 188	4 697	3 156	19,3	20,8
Glühlampen	331	256	416	368	2,3	2,6
Kohle für die Elektrotechnik	4 739	211	6 559	326	1,9	2,2
Spezialapparate und and. nicht besonders benannte Vorrichtungen	.	1 237	.	1 520	10,8	10,0
insgesamt		11 338		15 133	100	100

[1]) 100 Schilling = 49 RM.

Zahlentafel 2. Finnland: Elektroeinfuhr aus wichtigen Ländern.

Herkunftsländer[1])	1934	1935	1936	Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1934 %	1935 %	1936 %
Deutschland	3 590	5 451	7 431	40,7	48,1	49.1
Schweden	2 652	2 748	3 438	30,1	24,2	22,7
Niederlande	683	687	1 279	7,8	6,0	8,5
V. S. Amerika	399	497	794	4,5	4,4	5.2
Großbritannien	674	953	704	7,6	8,4	4.7
Dänemark	352	374	549	4,0	3.3	3.6
Schweiz	202	245	228	2,3	2,2	1,5
sonstige Länder	271	383	710	3,0	3,4	4,7
insgesamt	8 823	11 338	15 133	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1936.

Lieferant ist Schweden mit 23% Anteil an der Einfuhr 1936, gegenüber 30% 1934, es folgen die Niederlande, V. S. Amerika und Großbritannien, die zusammen ebenfalls fast 20% der finnischen Einfuhr bestreiten.

Norwegens Elektroeinfuhr 1936. — Die Elektroeinfuhr von Norwegen betrug 1936 20,5 Mill RM, das sind 3,3 Mill RM oder 19% mehr als 1935 und 5,5 Mill RM oder 36% mehr als 1934. Außer der Gruppe Glühlampen haben sämtliche Warengruppen (Zahlentafel 1) an der Steigerung teilgenommen, wobei die größten Zunahmen gegenüber dem Vorjahr bei den großen Gruppen Maschinen, Schaltvorrichtungen und Rundfunk sowie Kohle für die Elektrotechnik eingetreten sind. Unter den Herkunftsländern (Zahlentafel 2) steht Deutschland mit 1935 und 1936 rd. 48% Anteil weitaus an erster Stelle; es folgen Schweden, die Niederlande, Großbritannien und V. S. Amerika mit zusammen 33% Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr in beiden Jahren.

Zahlentafel 1. Norwegen: Elektroeinfuhr nach Warengruppen.

Warengruppen	1934	1935	1936	Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr		
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	1934 %	1935 %	1936 %
Generatoren, Elektromotoren, Transformatoren, Umformer, Gleichrichter und Teile davon	1 838	2 137	3 143	12,3	12,4	15,4
Akkumulatoren und Elemente	699	787	928	4,7	4,5	4,6
Kabel u. isolierte Drähte	1 088	1 443	1 550	7,2	8,4	7,5
Meß- u. Zählvorrichtungen	589	729	784	3,9	4,2	3,8
Schaltvorrichtungen, Installationsmaterial	1 016	1 251	1 606	6,7	7,3	7,8
Telegraphie und Telephonie mit Draht	1 196	2 167	2 536	8,0	12,6	12,3
Radioapparate, Lautsprecher und Teile davon	2 747	2 616	3 188	18,2	15,2	15,5
Glühlampen	1 861	1 832	1 447	12,3	10,6	7,1
Kohle f. d. Elektrotechnik	1 398	1 052	1 349	9,3	6,1	6,7
Isoliermaterial aus Porzellan, Kautschuk und anderen Stoffen	274	301	327	1,8	1,7	1,5
nicht bes. ben. App. und Masch. und Teile davon	2 342	2 938	3 673	15,6	17,0	17,8
insgesamt	15 048	17 253	20 531	100	100	100

Zahlentafel 2. Norwegen: Elektroeinfuhr aus wichtigen Ländern.

Herkunftsländer[1])	1934	1935	1936	Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr		
	1000RM	1000RM	1000RM	1934 %	1935 %	1936 %
Deutschland	6 695	8 323	9 813	44,5	48,2	47.8
Schweden	1 605	1 652	2 227	10,6	9,6	10.8
Niederlande	2 205	1 911	1 764	14,6	11,1	8,6
Großbritannien	1 026	1 259	1 471	6,8	7,3	7,2
V. S. Amerika	1 262	982	1 361	8,4	5,7	6,6
Belgien-Luxemburg	662	824	1 151	4,4	4,8	5,6
Dänemark	715	769	946	4,8	4,5	4,6
Ungarn	.	448	607	.	2,6	3,0
sonstige Länder	878	1 085	1 191	5,9	6,2	5,8
insgesamt	15 048	17 253	20 531	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr 1936.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Fernmeldetechnik.

Der Unterausschuß „Galvanische Elemente" hat an dem Normblatt

DIN VDE 1206 „Naßelemente ZKN, 1,5 V"

folgende Änderungen vorgenommen:

In der Abbildung wird die Längenangabe 180 bei den Bleistreifen 1 × 10 durch den Buchstaben „*l*" ersetzt. Die Tafel wird durch eine Spalte erweitert, die das Mindestmaß für „*l*" wie folgt angibt:

Klasse	*l* mm
ZKN 9	120
ZKN 10	135

Die zweite geänderte Ausgabe des Normblattes DIN VDE 1206 wird in Kürze erscheinen.

Ferner hat der Unterausschuß eine Umstellnorm DIN VDE 1205 U „Trockenelemente ZKT, Füllelemente ZKF, 1,5 V" aufgestellt, die gegenüber dem Normblatt DIN VDE 1205 die nachstehenden Änderungen aufweist.

Die Kleinstmaße der Länge und des Durchmessers des Anschlußdrahtes sind wie folgt geändert:

Klasse		Anschlußdraht	
Trockenelement	Füllelement	*d*	*l* Kleinstmaß
ZKT 1	ZKF 1	1	45
ZKT 2	ZKF 2	1	70
ZKT 3	ZKF 3	1	70
ZKT 4	ZKF 4	1	110
ZKT 5	ZKF 5	1	80
ZKT 6 □	ZKF 6 □	1	100
ZKT 6 ⌀	ZKF 6 ⌀	1	100
ZKT 7	ZKF 7	1	110
ZKT 8	ZKF 8	1	110

Die Angabe über den Anschlußdraht unter dem Abschnitt „Werkstoffe" ist wie folgt geändert worden:

„Anschlußdraht: weichgeglühter Eisendraht, verzinkt."

Dieses Umstellnormblatt gilt auf Grund einer Ermächtigung des Vorsitzenden des VDE als genehmigt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Neue VDE-Arbeiten.

Die Verlagsabteilung des VDE hat soeben Sonderdrucke der folgenden neuen VDE-Arbeiten herausgebracht:

VDE 0101a/1937 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2." Änderung, gültig ab 24. 9. 1937 . . . . . 0,10 RM

VDE 0115a/1937 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen V.E.B." Änderungen, gültig ab 24. 9. 1937 . . . . 0,10 RM

VDE 0134/1937 „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen". Neufassung, gültig ab 1. 7. 1937 0,15 RM

VDE 0210a/1937 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F." Änderungen, gültig ab 24. 9. 1937 . . . . . 0,10 RM

VDE 0210U/1937 „Umstell-Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen". Erstfassung, gültig ab 15. 9. 1937 . . . . 0,10 RM

VDE 0425a/1937 „Vorschriften für Spannungssucher bis 1000 V." Änderung, gültig ab 24. 9. 1937 0,10 RM

VDE 0444/1937 „Vorschriften für die Prüfung von Isolatoren für Fernmeldefreileitungen." Erstfassung, gültig ab 1. 10. 1937 0,10 RM

VDE 0446U/1937 „Umstell-Vorschriften für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an." Erstfassung, gültig ab 15. 9. 1937 . . . . 0,10 RM

VDE 0610Ub/1937 „Umstell-Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung." Änderung, gültig ab 24. 9. 1937 . . . . . 0,10 RM

VDE 0670/1937 „Regeln für Wechselstrom-Hochspannungsgeräte R.E.H." Neufassung, gültig ab 1. 7. 1937 . . . . . 0,80 RM

VDE 0720/1937 „Vorschriften für Elektrowärmegeräte." Neufassung, gültig ab 1. 1. 1939 0,70 RM

VDE 0855b/1937 „Vorschriften für Antennenanlagen." Änderung (Verlängerung der Übergangsfrist für Überspannungsschutzgeräte) 0,10 RM

Die Sonderdrucke sind zu den angegebenen Preisen bei der Verlagsabteilung des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus, erhältlich.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.

Voraussichtlich werden im Januar 1938 die Gesamtberichte über die 9. Tagung der Internationalen Hochspannungs-Konferenz (CIGRE) vom 24. Juni bis 2. Juli 1937 in Paris erscheinen. Die Gesamtberichte enthalten den Wortlaut der 119 von den verschiedenen Ländern zur Tagung eingereichten Fachberichte, der zusammenfassenden Gruppenberichte sowie schließlich das Ergebnis der Aussprache über die Fachberichte. Das Werk umfaßt drei reich illustrierte Bände von je etwa 1000 Seiten Umfang, es erscheint in französischer Sprache. Der Preis beträgt für Bestellungen, die bis zum 1. 12. 1937 einlaufen, 375 frz. Fr., für spätere Bestellungen 450 frz. Fr.

Gleichzeitig wird mitgeteilt, daß die CIGRE eine Karte der Hochspannungsleitungen Europas, insbesondere für die Spannungen 110, 150 und 220 kV herausgegeben hat, in der auch die Lage der großen Dampf- und Wasserkraftwerke angegeben ist. Der Preis beträgt 85 frz. Fr.

Bestellungen für die Gesamtberichte der 9. Tagung der CIGRE sowie für die Karte der europäischen Hochspannungsleitungen sind unter Beachtung der Devisenbestimmungen zu richten an:

Conference Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension (CIGRE) 54, Avenue Marceau, Paris.

Deutscher Ausschuß der CIGRE.
Der Schriftführer:
Blendermann

Digitized by Google

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung in Landsberg/Warthe.

Die in den Mitteilungen (Nr. 9 vom 6. 10. 1937) unseres Bezirks für den 29. 10. 1937 angekündigte Fachversammlung in Landsberg/Warthe muß wegen einer am gleichen Tage stattfindenden Großkundgebung der Reichsbetriebsgemeinschaft 10 auf den 12. 11. 1937 verlegt werden.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.
29. 10. 1937 „Kurzschlußläufer-Ausführungen und ihre Kennlinien", Vortragender: Dipl.-Ing. H. Goetze VDE.

Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser VDE.
1. 11. 1937 „Neuere Kunststoffe für den Bau von Kabeln und Leitungen", Vortragender: Dr. Schröder. Beginn: 18^{30}.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumstr. a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.
2. 11. 1937 „Entwurf eines Gleichstrom-Stadtbahnzuges", Vortragende: Reg.-Baumstr. a. D. O. Marr, G. Schlachte.

Stromrichter. Leiter: Dr.-Ing. W. Böhlau VDE.
3. 11. 1937 „Prüffeldmessungen an Stromrichtern", Vortragender: Dipl.-Ing. C. Meyer.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
4. 11. 1937 „Anwendung des Kathodenstrahl-Oszillographen in der Hochfrequenztechnik", Vortragender: Dipl.-Ing. P. E. Klein.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
5. 11. 1937 „Die Vorgänge beim Abschalten von Hochspannungssicherungen" Vortragender: Ingenieur H. Weber VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Halle. 1. 11. (Mo), 20^{15}, Stadtschützenhaus: „Die Pariser Weltausstellung" (m. vielen Lichtb.). Techn. Betriebsleiter Waldmann VDE.

VDE, Bezirk Hansa, Bremen. 2. 11. (Di), 20^{00}, „Glocke": „Aus der neueren Entwicklung von Niederspannungs-Schaltgeräten". Dr.-Ing. D. Müller-Hillebrand VDE.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover. 2. 11. (Di), 20^{15}, T. H.: „Neuzeitlicher Schaltanlagenbau in Amerika, England, Frankreich und Deutschland". Obering. Meiners VDE.

VDE, Bezirk Nordmark, Kiel. 5. 11. (Fr), 20^{15}, Höh. Techn. Staatslehranstalt: „Nachrichtenmittel des Werkluftschutzes" (m. Lichtb. u. Vorführ.). Obering. Fr. W. Gust.

VDE, Bezirk Ostpreußen, Königsberg. 1. 11. (Mo), 20^{00}, Phys. Inst.: „Gewitter und ihr Einfluß auf elektrische Anlagen". Prof. Dr.-Ing. H. Schwenkhagen VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Alfred Wilm †.

Dr.-Ing. E. h. Alfred Wilm ist am 6. 8. 1937 auf seinem Berghofe im Riesengebirge einem Herzschlag erlegen. Damit schließt sich der Lebenskreis eines deutschen Mannes, dessen

Alfred Wilm †.

großer Ruf als Metallurge und Erfinder nicht nur in Deutschland, sondern in der ganzen Welt unbestritten ist. — Wilm wurde am 25. 6. 1869 als Sohn eines Rittergutsbesitzers zu Niederschellendorf in Schlesien geboren. Nach dem Schulbesuch in Liegnitz wandte er sich der Chemie und Hüttenkunde zu, studierte an der Gewerbeschule Breslau, an der T. H. Berlin, war dann u. a. von 1893 bis 1896 Assistent von Prof. Dr. Lorenz in Göttingen und wurde schließlich 1901 als Metallurge an die Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen nach Neubabelsberg berufen. Hier begann er mit der systematischen Untersuchung von Aluminium-Legierungen. Er selbst berichtete darüber[1]):

„Reichlich zwei Jahre gingen so ins Land, in welchen ich alle möglichen Zusätze erprobte, ohne die gewünschte Festigkeit zu erreichen, bis die Aluminium-Magnesium-Legierung mit Kupfer und Mangan durch ihre eigenartigen Nachreiferscheinungen nach der Veredelungsglühung zum Ziele führte. Wenn auch die Entdeckung der Nachreifung magnesiumhaltiger Aluminiumlegierungen sich im Herbst 1906 ereignete, so brauchte ich doch volle 2 Jahre, um die Arbeitsbedingungen festzulegen, bei denen ich die höchsten Festigkeitseigenschaften mit absoluter Sicherheit erreichte. Es mußte aber festgestellt werden, mit welchen Fehlschlägen ich zu rechnen hatte, wenn im Großbetrieb Abweichungen von den Vorschriften vorgenommen würden."

Das Duralumin war erfunden und seine Herstellung vom 20. 3. 1909 ab durch die Patentschrift Nr. 244 554 gesetzlich geschützt. Leider hatten sich die damaligen staatlichen Stellen nicht entschließen können, diese in wirtschafts- und wehrpolitischer Hinsicht außerordentlich wertvolle Erfindung für eigene Zwecke zu sichern, und ihre Auswertung blieb der privatwirtschaftlichen Initiative überlassen: 1909 erhielten die Dürener Metallwerke als Lizenznehmer die Alleinherstellung und entwickelten in vorbildlicher Pionierarbeit diesen neuen Werkstoff zu seiner heutigen Bedeutung. Während des Weltkrieges, in dem sich Wilm große Verdienste besonders um die Luftwaffe erworben hat, rächte sich die Kurzsichtigkeit der verantwortlichen amtlichen Stellen der deutschen Vorkriegszeit, denn das Ausland nutzte unter Nichtachtung der internationalen Patentrechte die Erfindung Wilms für Militär- und Zivilbedarf aus.

Unser Zeitalter der Leichtmetalle baut sich auf den von Wilm geschaffenen Grunderkenntnissen auf, und die ganze Legierungstechnik, auch die der Schwermetalle, wurde durch die Aushärtungstheorie neu befruchtet. Auch in der Elektrotechnik hat die Anwendung ausgehärteter Leichtmetall-Legierungen zu Fortschritten geführt; z. B. sei an die Legierung Aldrey für Leitungen erinnert, die ihre besonderen mechanischen Eigenschaften der Ausscheidungshärte verdankt.

Nach dem Kriege zog sich Wilm in seine schlesische Heimat zurück und widmete sich landwirtschaftlichen Arbeiten. Am 12. 7. 1929 verlieh ihm die T. H. Berlin als verdiente Ehrung für seine Erfindung die Würde eines Dr.-Ing. E. h. *F. W.*

[1]) Aluminium 9 (1935) S. 504.

Digitized by Google

BRIEFE AN DIE ETZ.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Wissenschaftlichen Leitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Bemerkungen zum Bericht „Die Messung von Blitzstromstärken" in ETZ 58 (1937) H. 22, S. 604.

621. 317. 31 : 551. 594. 221

Unter dieser Überschrift haben wir in der ETZ 58 (1937) H. 22, S. 604 über die Ergebnisse einer Untersuchung der Genauigkeit und der Grenzen des magnetischen Verfahrens zur Messung der Maximalstromstärke berichtet. Aus einer Zuschrift der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen Berlin, sowie einem Bericht der ETZ 58 (1937) H. 31, S. 848 geht hervor, daß unsere Angaben teilweise mißverstanden worden sind. Durch unsere Messungen an gedämpften Schwingungen sehr großer Steilheit und geringer Schwingungsdauer haben wir nachgewiesen, daß unsere Eisenpulverstäbchen auch unter extremen Bedingungen richtig messen, bei denen die bisher nur zur Messung von Blitzstromstärken benutzten Stahldrahtpaketchen versagen. Für Blitzstromstöße, die Anstiegssteilheiten bis 40 kA/µs besitzen, liegt dagegen kein Grund vor, an der Richtigkeit der mittels fein unterteilter Stahldrahtbündel gemessenen Maximalstromstärken zu zweifeln, falls die Stäbchen in einem Abstand von mindestens 10 cm vom Leitungsmast angebracht werden. Denn da die Größe der etwa auftretenden Wirbelstromstörungen von der zeitlichen Änderung des Magnetfeldes und nicht der Stromstärke abhängt[1]), kann sie durch Veränderung des Abstandes der Stäbchen vom stromführenden Leiter beeinflußt werden. Zur Messung der Maximalstromstärke von Stromstößen unbekannter Steilheit dagegen empfiehlt sich zur Sicherung der Wirbelstromfreiheit stest die Ausführung von Vergleichsmessungen mit Eisenpulverstäbchen[2]).

Darmstadt, 27. 9. 1937. E. Blum, W. Finkelnburg.

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 313. 3. 001

Theorie der Wechselstrommaschinen in vektorieller Darstellung. Von Dr. W. Michael. Mit 210 Abb., VIII u. 272 S. im Format 160×240 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1937. Preis geh. 22 RM, geb. 24 RM.

Mit vektorieller Darstellung bezeichnet der Verfasser die organische Verbindung der graphischen Darstellung mit der „symbolischen", d. h. der komplexen Rechnungsform. Beide Methoden sind zwar seit langem bekannt und werden im Schrifttum vielfach angewandt, teils in Aufsätzen und Einzelschriften, teils als Beiträge in Lehrbüchern. In dem vorliegenden Buche wird nun zum ersten Male der dankenswerte Versuch unternommen, das umfangreiche und vielgestaltige Gebiet der Wechselstrommaschinen in einheitlicher und geschlossener Form theoretisch zu behandeln, wodurch dem Leser ein bequemerer Weg als der über zerstreute Schrifttumsquellen und ein guter Überblick über das ganze Gebiet ermöglicht wird. In zwei einleitenden Kapiteln erläutert der Verfasser die mathematischen Hilfsmittel und die physikalischen Grundgesetze in knapper, aber klarer Form und behandelt dann der Reihe nach in vier Kapiteln den Transformator, die Synchron-, die Mehrphasen-Asynchron- und die Einphasen-Asynchronmaschine. Die folgenden fünf Kapitel sind den Kommutatormaschinen gewidmet, die sehr ausführlich in Reihen- und Nebenschlußschaltung untersucht werden. Die restlichen zwei Kapitel sind den Umformern und Kaskadenschaltungen (Regelsätzen) vorbehalten, wobei allerdings nur die wichtigsten Kombinationen berücksichtigt werden konnten. Den Schluß bildet ein gewissenhaft zusammengestelltes, über mehr als fünf Seiten sich erstreckendes Schrifttumsverzeichnis nebst Sachverzeichnis. Dieser reiche, auf rund 270 Seiten zusammengedrängte Inhalt, der naturgemäß einige Anforderungen an den Leser stellt, ist in verständlicher und durchaus einwandfreier Form dargestellt, insbesondere ist durch die überall betonte Unterscheidung der Raum- und Zeitvektoren die physikalische Grundlage und die darauf aufgebaute Rechnung klar hervorgehoben. Das Michaelsche Werk wird daher in den Fachkreisen, für die es bestimmt ist, bald Anklang finden und kann auch dem Anfänger für das Selbststudium empfohlen werden. Die Ausstattung ist gut.

C. Trettin VDE.

621. 316. 027. 3

Hochspannungsanlagen. Von F. Weickert. 3. neubearb. u. erweit. Aufl. Mit 275 Abb., VIII u. 341 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis geh. 10,80 RM, geb. 12,15 RM.

Das Buch ist nunmehr in der 3. Auflage erschienen. Die Fortschritte in der Elektrotechnik seit dem Erscheinen der 2. Auflage (1929) sind in dieser Auflage berücksichtigt. Wenn auch das das gesamte Gebiet der Hochspannungstechnik bei dem geringen Umfang des Buches nicht erschöpfend behandelt werden konnte, so erhält man doch einen guten Überblick über die Entwicklung der Hochspannungsgeräte und Schaltanlagen. Eingehender ist der Bau neuzeitlicher Schalt- und Umspannanlagen behandelt. Die notwendig gewordene vermehrte Anwendung des Aluminiums ist hervorgehoben. Für den projektierenden Ingenieur und Bauleiter kann dieses Buch in vielen Fragen ein willkommener Ratgeber sein.

A. Schwaiger VDE.

620. 1

„Hütte" Taschenbuch der Stoffkunde (Stoffhütte). Herausg. vom Akademischen Verein Hütte, E. V. Bearbeitet unter Mitwirkg. führender Fachmänner von Dr.-Ing. G. Sinner. 2., neubearb. Aufl. Mit zahlr. Abb., XIX u. 1008 S. im Format 130×185 mm. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1937. Preis geb. 24 RM, in Leder 27 RM.

Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß werkstofftechnische Forschung und die Verbreitung werkstofftechnischen Wissens in Ingenieurkreisen den konstruktiven Fortschritt ungemein gefördert haben. Es konnte dadurch die Betriebssicherheit unserer Konstruktionen und die Leistungsfähigkeit der gebauten Maschinen und Apparate beträchtlich vergrößert werden. Im gegenwärtigen Augenblick der Verknappung gewisser Werkstoffe kommt die Notwendigkeit der Umstellung auf neue Werkstoffe hinzu. Es trifft sich daher sehr gut, daß gerade jetzt die zweite, vollständig umgearbeitete Auflage der in technischen Kreisen gut eingeführten Stoffhütte erschienen ist.

Ein einleitender Abschnitt über die chemischen und chemisch-physikalischen Grundlagen der Werkstofforschung ist besonders auch auf die Erscheinungen ausgedehnt, die bereits technische Bedeutung erlangt haben. Für die Vorstellung der inneren Zusammenhänge der Stoffe und ihrer Eigenschaften ist das Kapitel Atomtheorie besonders wichtig, da es einen Einblick in den Aufbau der Materie gestattet. Der Bedeutung im Rahmen des Buches entsprechend sind die allgemeinen Werkstoffeigenschaften und die Ermittlung der physikalischen und mechanisch-technologischen Eigenschaften sehr ausführlich behandelt. Der Werkstofferhaltung ist ein ganzer Abschnitt gewidmet. Er gliedert sich in die beiden Teile: Korrosionsschutz und Anstrichtechnik. Eine Übersichtstafel unterrichtet über das Verhalten der Werkstoffe gegen einwirkende Reagenzien. Das Kapitel Eisen und Stahl ist sehr ausführlich und enthält eine große Zahl übersichtlicher Tafeln, von denen besonders auf die der Zusammensetzungen und Festigkeitseigenschaften von Einsatz- und Vergütungsstählen mit ihren Norm- bzw. Vornormbezeichnungen sowie ihrem Verwendungszweck hingewiesen werden soll. Bei den Nichteisenmetallen wird in zusammengedrängter Form alles für den Ingenieur wichtige Tatsachenmaterial gebracht. Gegelentlich benötigt der Maschineningenieur auch Kenntnisse über mineralische Baustoffe und Holz, die er in übersichtlicher Form in einem weiteren Kapitel zusammengefaßt findet. Das für den Elektroingenieur wichtige Gebiet der Faserstoffe und des Papiers ist in einem Kapitel dargestellt. Wesentlich ausführlicher als in der ersten Auflage werden, wegen ihrer zunehmenden Bedeutung, die Kunststoffe behandelt. Eine sehr gute Darstellung erfuhr insbesondere das Gebiet der Weiterverarbeitung der Kunststoffe. Es ist lediglich ein Hinweis zu vermissen auf die Erfahrung, die man damit als Lagerwerkstoff gemacht hat. Neben einer ausführlichen Darstellung der Eigenschaften der Brenn- und Treibstoffe erhält der Ingenieur in einem weiteren Kapitel Auskunft über die Anforderungen, die er an Lager-, Schalt- und Transformatorenöle stellen muß. Wegen der derzeitigen schwierigen Rohstofflage ist der Abschnitt über die Werkstoffumstellung besonders wichtig. Er enthält alle bis zum März 1937 erschienenen Umstellnormblätter.

Das in der Stoffhütte zusammengetragene Material ist sehr reichhaltig und erschöpfend. Der Ingenieur, der diese Zahlenwerte in die Hand bekommt, darf jedoch ihre Bedeutung nicht überschätzen, denn es kommt nicht auf die Größe der Zerreißfestigkeit oder dergl., wie sie in Kurzversuchen gefunden

[1]) Für eine persönliche Mitteilung über diesen Punkt sind wir Herrn Prof. Dr. Schwenkhagen, Danzig, zu Dank verpflichtet.

[2]) Vgl. Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 61.

Digitized by Google

werden, an, sondern vor allen Dingen auf die Bewährung im Betrieb. Die Kurzprüfungen können lediglich ein Maß für die Gleichmäßigkeit eines Werkstoffes darstellen. Bei den Konstruktionsmaterialien hat die neuere Forschung die große Bedeutung der Formgebung für die Haltbarkeit des Konstruktionsteils gezeigt. Ein Hinweis auf diese neueren Forschungsergebnisse wäre in einer späteren Auflage zu begrüßen.

Das umfangreiche Tatsachenmaterial ist in der Stoffhütte so ausgezeichnet dargestellt, daß die Anschaffung jedem praktischen Betriebsmann, ob er nun Chemiker, Elektrotechniker oder Konstrukteur ist, empfohlen werden kann.

A. Thum.

621. 1. + 621. 4. 001. 1

Verbrauchsdiagramme von Wärmekraftanlagen. Grundlagen und Entwurfsbeispiele. Von Dr.-Ing. H. Hiedl. Mit 101 Abb., VIII u. 130 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1937. Preis kart. 10,50 RM.

Das vorliegende Buch stellt in einer großen Zahl von Kurven- und Zahlentafeln die Kennwerte von Wärmekraftanlagen zusammen, die der projektierende Ingenieur ständig für seine Arbeiten braucht. Wie Stichproben zeigen, sind die angegebenen Zahlenwerte den tatsächlichen Verhältnissen sehr gut angepaßt, so daß die Angaben für die Praxis wertvoll erscheinen. Besonders begrüßt der projektierende Ingenieur die übersichtliche Gliederung des Stoffes in die zwei Hauptabschnitte, nämlich Grundlagen und Angaben über das Verhalten des Wirkungsgrades bei Wärmekraftanlagen. Der zweite Abschnitt behandelt den Entwurf von Verbrauchsdiagrammen. Der Leitgedanke für die Entwicklungen war die Beobachtung, daß vielfach auch heute noch in der Praxis die Berechnung der Maschine nur zu oft nach einem gewissen Schema erfolgt, wobei der Konstrukteur der Einfachheit halber gern eine Type wählt, die bei ihrer Nennlast die günstigsten Verhältnisse aufweist. Es kommt aber sehr oft darauf an, die Type so zu wählen, daß auch die Teillasten beachtet werden müssen, um einen höchstmöglichen Gesamteffekt zu erzielen. Dies trifft z. B. ganz besonders bei Spitzenkraftwerken zu, deren Sätze z. B. auch zum Phasenschieberbetrieb herangezogen werden.

Die einzelnen Kraftmaschinen, wie Verbrennungsmotoren, Kolbenmaschinen und Dampfturbinen sind in ihrem Verhalten im einzelnen geschildert und die Kennlinien dieser Maschinen eingehend besprochen. Aber auch die übrigen Anlageteile wie Gaserzeuger, Dampferzeuger und Stromerzeuger sind in ihrem Verhalten, insbesondere im Hinblick auf die Beurteilung der Teillasten in übersichtlicher Form gekennzeichnet. Das Kapitel Verbrauchsdiagramme, also die Darstellung des Wärme- oder Kohlenverbrauchs über der Leistung, ist in kurze Abschnitte nach den einzelnen Maschinengattungen eingeteilt und durch Beispiele erläutert.

Ich glaube, daß das Erscheinen des Buches in der Praxis begrüßt werden wird, da es in leicht faßlicher Darstellung bei Vermeidung des Gebrauchs von langwierigen Formeln gleich auf den Kern der Sache eingeht. Druck und Ausstattung des Buches sind in gewohnter Weise vom Verlag vorzüglich besorgt.

H. Melan.

532. 137 : 665

Zur Viskosimetrie. Mit einem Anhang: Internationale Tabellen für Viskosimeter. Von Prof. Dr. L. Ubbelohde. 2. verbess. Aufl. Mit 41 S. im Format A 4. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1936. Preis geb. 7,50 RM.

Das vorliegende Buch beschäftigt sich mit der Ermittlung der Viskosität von Schmierölen. Dabei wird nachgewiesen, daß die sogenannten „konventionellen" Viskositätszahlen in Engler-Grad, Saybolt- und Redwood-Sekunden in stark wechselndem Grade von den maßgeblichen „absoluten" Werten abweichen. Es wird daher geraten, die kinematische Viskosität direkt in Zentistok (cSt) in einem eigens entwickelten Viskosimeter zu messen. Die „absolute" Einheit der kinematischen Viskosität wird Stok (St) genannt und hat die Dimension cm^2/s. 1 Stok (St) sind 100 Zentistok (cSt). Das Gerät gewährleistet durch sein „hängendes Niveau" eine selbständige Einstellung der Druckhöhe, wodurch die Einstellung einer genau bemessenen Flüssigkeitsmenge hinfällig wird. Das Gerät mißt direkt in Zentistok. Als wesentliches Kennzeichen der Güte eines Schmieröls gilt die Abhängigkeit der Viskosität eines Öls von der Temperatur. Diese kann klar und unverzerrt nur im absoluten Maß ausgedrückt werden. Auf thermodynamischer Grundlage wird dann eine Gleichung abgeleitet, durch welche bei Kenntnis der Viskosität für zwei beliebige Temperaturen die Viskosität für jede andere Temperatur berechnet werden kann. Einfacher läßt sich die Viskosität bei zwei bekannten Punkten ermitteln, wenn bei geeigneter Wahl des Koordinatensystems die Viskosität-Temperaturkurve zur geraden Linie wird. Mit Hilfe dieser Viskositätsgeraden lassen sich als besondere Wertmerkmale eines Öles die „Richtungskonstante", der „Viskositätspol" und die „Viskositätspolhöhe" für jedes Öl ermitteln. Für die Ermittlung dieser neuen Merkmale werden Formeln entwickelt. Einfacher ist ihre graphische Ermittlung mit Hilfe eines als Hilfsmittel geschaffenen „Meßecks", dessen Handhabung im „Viskositäts-Temperaturblatt" beschrieben wird. An einigen Beispielen wird eine Anleitung für die Berechnung und die graphische Ermittlung der neuen Maße gegeben, aus welchen die Bedeutung und die schnelle, sichere Feststellung der neuen Meßgrößen für die Beurteilung der Güte von Schmierölen erhellt. Im Anhang ist noch eine „internationale Tabelle" ausgearbeitet, welche es gestattet, die in „konventionellen" oder „absoluten" Maßen ausgedrückten Viskositätszahlen untereinander umzuwandeln.

E. Conradi VDE.

100 Jahre S. I. A. Festausgabe der Schweizerischen Bauzeitung zur Jahrhundertfeier des Schweizer Ingenieur- und Architekten-Vereins 4./5. September 1937 in Bern.

Wie bei allen bedeutenden Fachzeitschriften festgestellt werden kann, hat auch die Schweizerische Bauzeitung auf das Leben des ihr nahestehenden Schweizer Ingenieur- und Architektenvereins (S. I. A.), dessen Organ sie ist, nachhaltigen Einfluß ausgeübt. Vor ihrer Gründung 1883 bestanden verschiedene Zeitschriften, die sich jedoch nicht zu halten vermochten. Seit ihrer Gründung hat sich auch der Schweizer Ingenieur- und Architektenverein, der damals etwa 50 Jahre bestand, lebhaft entwickelt, und gemeinsam sind beide Einrichtungen, Verein und Zeitschrift, zu dem hohen Ansehen gelangt, das sie heute genießen.

Die Festausgabe der Schweizerischen Bauzeitung behandelt das gesamte Gebiet der Technik in der Schweiz und zeigt deren hohen Stand auf. Sie bringt in Wort und Bild das, was die Teilnehmer an der eindrucksvollen Jahrhundertfeier und die Gäste des S. I. A. bei der anschließenden Besichtigungsreise sehen und erleben durften. Harald Müller VDE.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Energiewirtschaftsrecht. Energiewirtschaftsgesetz mit den Durchführungsbestimmungen, Nebengesetzen, Verordnungen, Erlassen. Erläutert von Dr. E. Eiser. Mit VIII u. 368 S. im Format 155 × 200 mm. C. H. Becksche Verlagsbuchhandlung, München u. Berlin 1937. Preis der Loseblattausgabe in Leinenordner 11 RM.

Strom- und Spannungswandler. Von Dr.-Ing. M. Walter. Mit 163 Abb. u. 159 S. im Format 165 × 240 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1937. Preis geb. 8,80 RM.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Einführung zu der Prüfvorschrift der elektrischen Bremsung in den R.E.B. 1938" in H. 39 der ETZ 58 (1937) ist auf S. 1055 bei der Formel (2) ein Druckfehler unterlaufen. Das Drehmoment ist

$$M_d = \frac{p}{a}\,\frac{z}{2\pi}\,\Phi\, I = \text{const.}\,\Phi\, I,$$

wobei z die Leiterzahl, p die Polpaarzahl und a die Zahl der parallelen Leiter ist.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
G. H. Winkler VDE

Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dir. Dr.-Ing. E. Krohne VDE, Berlin-Lichterfelde-West, Mommsenstraße 14.

Dr.-Ing. habil. W. Peters VDE, Berlin-Westend, Tannenbergallee 22 b.

Dipl.-Ing. Eberhard Schulz VDE, Berlin-Nikolassee, Beskidenstr. 60.

Korvettenkapitän (Ing. E) E. Aretz VDE, Flensburg, Adelbyer Kirchenweg 3.

Dr.-Ing. P. Altbürger, Berlin-Zehlendorf, Fischerhüttenstr. 85.

Abschluß des Heftes: 22. Oktober 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 4. November 1937 | Heft 44

Die Sicherheit elektrischer Anlagen gegenüber Stoßspannungen.

Von J. Rebhan VDE, Nürnberg.

621. 316. 015. 33

Übersicht[1]). Als Einleitung werden die grundsätzlich möglichen Stoßkennlinien erörtert. Dann wird die Mindeststoßspannung der Spitzenanordnungen als Funktion des Elektrodenabstandes betrachtet. Die Möglichkeiten, den Stoßüberschlag in den verschiedenen Polaritäten zu heben oder zu senken, werden besprochen. Dann werden Hängeketten, Stützisolatoren und Durchführungen mit den Spitzenanordnungen verglichen, und es wird untersucht, welche Mittel zur Verfügung stehen, um eine gleiche und möglichst hohe positive und negative Stoßüberschlagspannung zu erzielen. Daran schließt sich eine vergleichende Betrachtung der ganzen Kennlinien. Zum Schluß wird darauf eingegangen, welche Stoßsicherheit in deutschen Innenraumanlagen bei Benutzung der vom VDE genormten Schlagweiten erreichbar ist.

Über das Verhalten von Isolatoren und Luftfunkenstrecken bei Spannungsstößen sind in den letzten Jahren zahlreiche Einzelergebnisse veröffentlicht worden. Ein Gesamtüberblick über das ganze Gebiet und ein Vergleich der verschiedenen Isolatoren und Isolieranordnungen ist jedoch nur schwer möglich. Im folgenden soll versucht werden, fußend auf den erschienenen Arbeiten und auf Grund umfangreicher eigener Versuche[2]), eine Zusammenfassung aller in Deutschland gebräuchlichen Isolatorformen unter einheitlichen Gesichtspunkten zu liefern. Es soll neben der Aufdeckung innerer Zusammenhänge damit eine Handhabe gegeben werden, mit einer gewissen Annäherung die Mindeststoßspannung und die Kennlinien der gebräuchlichsten Isolatorformen im voraus abzuschätzen.

Arten der Stoßkennlinien.

Ermittelt man für einen Prüfgegenstand mit Stoßwellen verschiedener Halbwertdauer[3]) die Mindeststoßspannung und trägt diese als Funktion der Halbwertdauer auf, so entsteht die erste und einfachste Form einer Stoßkennlinie. Diese ist mit $f(H)$ bezeichnet in Abb. 1 für eine 30 kV-Freiluftdurchführung aufgetragen. Nimmt man den Kathodenstrahloszillographen zu Hilfe, mißt den zu jeder Mindeststoßspannung gehörigen Zeitverzug und trägt die Mindeststoßspannung über dem Zeitverzug auf, so entsteht eine zweite Form der Stoßcharakteristik $f(v_m)$, die schon wesentlich tiefere physikalische Einblicke vermittelt. Die dritte, am meisten gebräuchliche Form besteht darin, die Halbwertdauer der Stoßwelle konstant zu halten und bei wachsender Spannung den Zeitverzug zu messen. Diese z. B. für eine Welle von 50 µs Halbwertdauer entstehende Kennlinie ist in Abb. 1 mit $f(v)$ bezeichnet. Alle drei Kennlinien hängen innerlich zusammen. Als entbehrlich ist wohl die erste Form zu bezeichnen, weil sie nichts über den Zeitverzug aussagt.

Da die letzte Form für jede Halbwertdauer eine neue Kennlinie liefert, so gehört zu einer genauen Beschreibung des Verhaltens eines Prüflings eine Vielzahl von

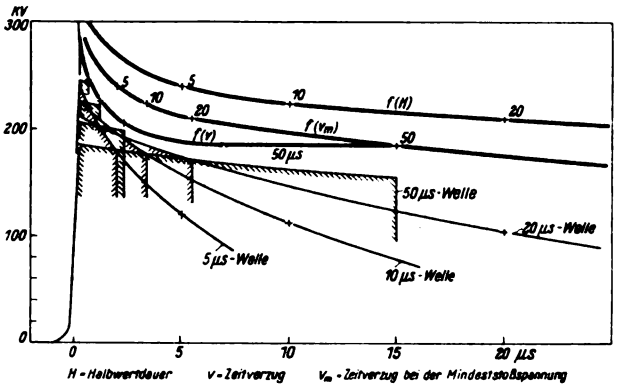


Abb. 1. 30 kV-Freiluftdurchführung. Stoßkennlinien bei gleicher und verschiedener Halbwertdauer.

Kennlinien. Eine Anzahl dieser Kennlinien, zum Teil gemessen, zum Teil interpoliert, ist in Abb. 2 für eine 30 kV-Freiluftdurchführung aufgetragen. Man sieht, daß die Kennlinien $f(v)$ in der Kennlinie $f(v_m)$ endigen. Um das Bild nicht zu sehr zu belasten, sind für negative Stöße

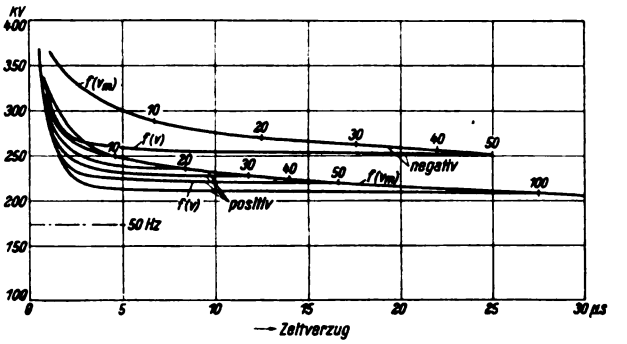


Abb. 2. 30 kV-Freiluftdurchführung. Stoßkennlinien für 10, 20, 30, 40 und 50 µs-Welle.

nur die Grenzkurve $f(v_m)$ und die mit der konstanten Halbwertdauer 50 µs aufgenommene Charakteristik eingetragen. Die Ziffern zeigen jeweils den Einmündungspunkt der Kennlinien der dritten Form. Es ist üblich geworden, im allgemeinen nur Kennlinien dieser Art aufzunehmen. Dabei wird bevorzugt die Welle mit 50 µs Halbwertdauer

[1]) Auszug aus zwei im Haus der Technik in Essen am 23. 10. 1936 und vor dem VDE Bezirk Berlin-Brandenburg am 2. 2. 1937 gehaltenen Vorträgen.

[2]) Die Versuche wurden im Stoßprüffeld der Siemens-Schuckertwerke in Nürnberg unter der Leitung von Herrn Dr. Elsner von den Herren Walkenhorst und Graßl durchgeführt.

[3]) Vgl. VDE 0450/1933, ETZ 55 (1934) S. 522.

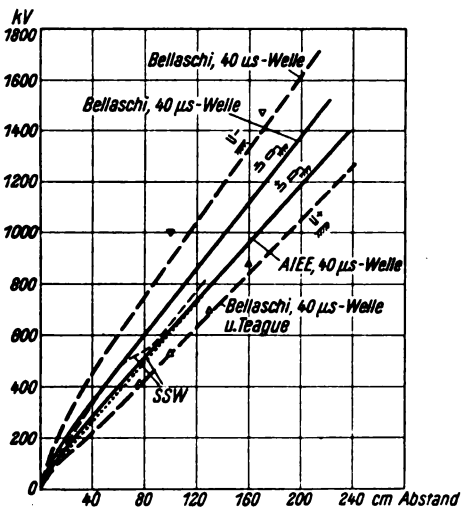
Digitized by Google

benutzt. Die im folgenden mitgeteilten Ergebnisse sind mit dieser Welle ermittelt und die aufgenommenen Kennlinien gehören der dritten Form an.

Den Ausgangspunkt einer Untersuchung des Stoßverhaltens von Isolatoren und von Isolieranordnungen in elektrischen Anlagen muß eine Betrachtung der Grundanordnungen Spitze gegen Spitze und Spitze gegen Platte bilden. Im folgenden werden daher zunächst diese Grundanordnungen besprochen werden. Die einzelnen Isolatorenformen sollen dann mit diesen Grundanordnungen verglichen werden. Dabei sollen im allgemeinen nur Schlagweiten über 30 bis 40 cm betrachtet werden[4]). Die zu gewinnenden Erkenntnisse werden also in der Hauptsache für Betriebsspannungen über 30 bis 40 kV Gültigkeit haben.

Die Grundanordnungen Spitze gegen Spitze und Spitze gegen Platte.

Für die einfachsten Grundelektrodenformen: Spitze gegen Spitze und Spitze gegen Platte ist in Abb. 3 die Überschlagspannung als Funktion des Elektrodenabstandes aufgetragen. Die Kurven enthalten eigene Messungen, Ergebnisse von Bellaschi und Teague[5]) und die in den



Kurven von oben nach unten:
- negative Spitze gegen geerdete Platte
- negative Spitze gegen geerdete Spitze
- positive Spitze gegen geerdete Spitze
- positive Spitze gegen geerdete Platte
- △, ▽ eigene Meßpunkte mit der 50 µs-Welle

Abb. 3. Mindeststoßüberschlagspannung von Spitzenanordnungen bei 20°, 760 Torr, 11 g/m³ absoluter Feuchtigkeit.

V. S. Amerika vom AIEE[6]) festgelegten Werte. Die amerikanischen Werte sind mit Wellen von 40 µs Halbwertdauer ermittelt. Alle Kurven gelten für eine Temperatur von 20 ° C, einen Luftdruck von 760 Torr und eine Luftfeuchtigkeit von 11 g/m³. Sie liefern folgende Erkenntnisse:

1. Vernachlässigt man das Gebiet unter 30 bis 40 cm, dann ergibt sich in allen Fällen zwischen Spannung und Abstand eine lineare Beziehung.

2. Die einzelnen Elektrodenanordnungen zeigen verschieden stark ausgeprägte Polaritätsunterschiede; den größten Unterschied zeigt Spitze gegen Platte, den kleinsten Spitze gegen Spitze.

Die Ursachen für dieses Verhalten liegen in der Mechanik des Luftdurchschlags[7]), bei der die Symmetrie des elektrischen Feldes eine überwiegende Rolle spielt. Stark unsymmetrische Felder z. B. von Spitze gegen Platte zeigen grundsätzlich großen, weitgehend symmetrische Felder z. B. von Spitze gegen Spitze geringen Polaritätsunterschied. Die Feldstärke tritt neben diesen Einflüssen in den Hintergrund, sie spielt nur bei kleineren Schlagweiten eine wesentliche Rolle. Dies zeigt deutlich Abb. 4. In ihr sind die positive Stoßdurchschlagspannung für eine Kugel von 250 mm Dmr. gegen Platte und Spitze gegen Platte übereinandergezeichnet[8]). Man erkennt, daß bei kleineren Schlagweiten die Kugelanordnung zuerst wesentlich höher liegt, aber bei etwa 800 mm Schlagweite über ein (nicht gezeichnetes) unsicheres Gebiet in die Spitzenkurve einläuft[9]). Diese Zusammenhänge sind für Wechselspannung längst bekannt[10]). Sie beruhen auf folgender Erscheinung: In dem Gebiet bis etwa 750 mm erfolgt der Luftdurchbruch ohne Vorentladung. Die niedrige Feldstärke an der Kugeloberfläche kann sich voll auswirken, und die Durchschlagspannung für Kugel gegen Platte liegt z. T. weit über den bei Spitze gegen Platte erreichbaren Durchschlagspannungen. Bei größeren Schlagweiten entstehen dagegen nach Überschreiten der Durchbruchsfeldstärke der Luft zunächst Vorentladungen. Diese erzeugen Raumladungen und bauen ein Feld auf, das im Augenblick des Spannungsdurchbruchs große Ähnlichkeit mit dem Spitzenfeld hat, in dem beim Durchschlag ebenfalls Raumentladungen von entscheidender Bedeutung sind. Hier können, wenn man die Durchbruchsspannung heben oder senken will, nur die Mittel wirksam sein, die auch bei den Spitzenanordnungen Erfolg haben. Wertet man die umfangreichen Messungen von Bellaschi[11]) aus, so ergibt sich folgendes: Die Anordnung positive Kugel gegen Platte erreicht die Durchschlagsspannung der Anordnung Spitze gegen Platte bei einem Abstand von etwa dem Vierfachen, die Anordnung positive Kugel gegen geerdete Kugel erreicht die der Anordnung Spitze—Spitze bei etwa dem Achtfachen des Kugeldurchmessers.

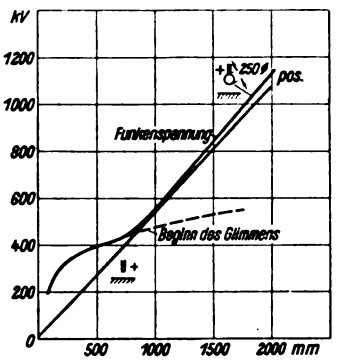


Abb. 4. Positive Mindeststoßspannung von Kugel 250 mm Dmr. und Spitze gegen Platte.

Überlegungen dieser Art sind notwendig, wenn man sich klarmachen will, welche Mittel zur Verfügung stehen, um die Überschlagspannungen beider Polaritäten zu heben und zu senken. Da die meisten technischen Anordnungen der Praxis Schlagweiten haben, wo dem Stoßüberschlag starke Vorentladungen vorausgehen, ist vorauszusehen, daß der Feldsymmetrie die überwiegende Bedeutung zukommt. Erstrebenswert ist natürlich stets ein geringer Polaritätsunterschied. Zwar zeigen die Statistiken, daß in den elektrischen Übertragungsnetzen die negativen Überspannungen vorherrschen; doch kommen auch hohe Überspannungen positiven Vorzeichens vor, denen eine Isolieranordnung gewachsen sein muß. Geringer Polaritätsunterschied bei Stoß ergibt überdies stets auch den höchsten Überschlagswert bei Wechselspannung.

Im folgenden werden die gebräuchlichsten technischen Isolieranordnungen besprochen werden. Dabei soll zunächst nur ihre Mindeststoßspannung (Trefferzahl 50 %) als Funktion des Elektrodenabstandes betrachtet und mit den Grundanordnungen Spitze gegen Spitze und Spitze gegen Platte verglichen werden[12]).

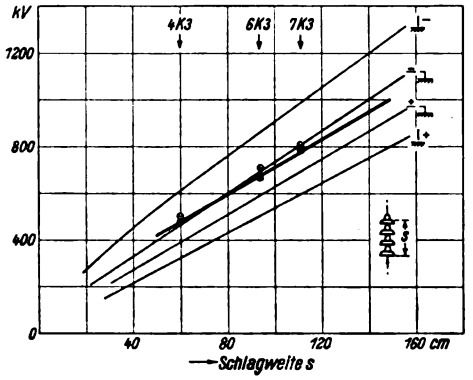
---

[4]) Harald Müller, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 3, S. 211.
[5]) Bellaschi und Teague, Electr. J. 31 (1935) S. 56. — Electr. Engng. 53 (1934) S. 1638.
[6]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 882.
[7]) Rogowski, Arch. Elektrotechn. 16 (1926) S. 496. — E. Marx, Arch. Elektrotechn. 24 (1930) S. 61. — ETZ 51 (1930) S. 1161.
[8]) Nach Bellaschi und Teague, Electr. Engng. 53 (1934) S. 1638.
[9]) Nach genauen Messungen kommen die Durchschlagkurven nicht völlig zur Deckung.
[10]) Vgl. W. O. Schumann, Elektrische Durchbruchfeldstärke von Gasen, Berlin: J. Springer 1923.
[11]) Vgl. Fußnote 8.
[12]) Vgl. Harald Müller, ETZ 54 (1933) S. 225; Hescho-Mitt. (1930) H. 53/54; (1931) H. 57/58; (1933) H. 66/67.

Digitized by Google

Hängeketten.

Abb. 5 zeigt die Überschlagspannung von Tellerisolatoren, die etwa der Type K 3 entsprechen, als Funktion der Schlagweite. Der Verlauf ergibt sich aus deutschen und amerikanischen Messungen. Wie die aus eigenen Versuchen stammenden Punkte zeigen, besteht zwischen positiver und negativer Überschlagspannung fast kein Unterschied. Ebenso wie bei Spitzen nimmt die Überschlagspannung linear mit der Schlagweite zu und liegt im Gebiete der Grundanordnung Spitze—Spitze. Teller-, Vollkern- und Schlingentypen zeigen natürlich gewisse



——— amerikanische Werte und Hescho-Katalog, positive Stöße, keine Schutzarmatur
o eigene Messungen, K 3 - Isolatoren, keine Schutzarmatur
$s \approx$ Baulänge minus 8 cm

Abb. 5. Stoßüberschlagspannung von Hängeketten K 3.

Unterschiede in der Überschlagspannung; der Gesamtcharakter jedoch, als einer Anordnung, die der Anordnung Spitze—Spitze ähnlich ist, bleibt stets erhalten.

Stützisolatoren.

Abb. 6 zeigt für glatte, am Boden stehende Stützer die Stoßüberschlagspannung als Funktion des Elektrodenabstandes. Man erkennt sofort die weitgehende Übereinstimmung mit der Grundanordnung Spitze—Platte. Die Gründe dafür sind diese: Das Feld des Stützers hat die höchste Feldstärke an der Kopfarmatur. Gegen den Fuß zu nimmt die Feldstärke mehr und mehr ab. Es handelt sich also um eine ähnliche Unsymmetrie des Feldes wie bei der Grundanordnung Spitze—Platte. Eine völlige Übereinstimmung ist allerdings nicht möglich, weil die Fußarmatur des Stützers aus der Ebene vorspringt und das Feld stört. Will man den starken Polaritätsunterschied bei Stützern beseitigen, so ergeben sich verschiedene Möglichkeiten. Man kann das Feld des Stützers dadurch symmetrisch machen, daß man ihn aus der geerdeten Platte heraushebt und in genügendem Abstand auf einem Stab oder

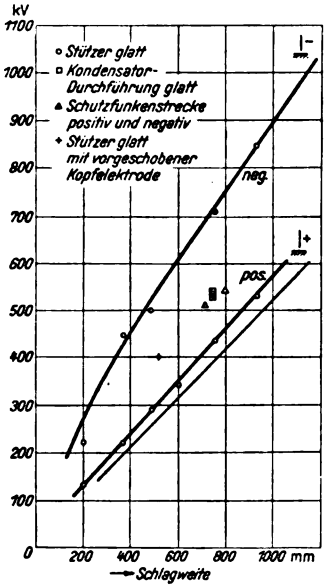


Abb. 6. Mindeststoßüberschlagspannung glatter Hartpapierstützer, am Boden stehend.

dergl. aufstellt. Abb. 7 zeigt den Erfolg einer solchen Maßnahme. Man erkennt, daß man den Stützer etwa entsprechend dem Dreifachen seiner eigenen Schlagweite

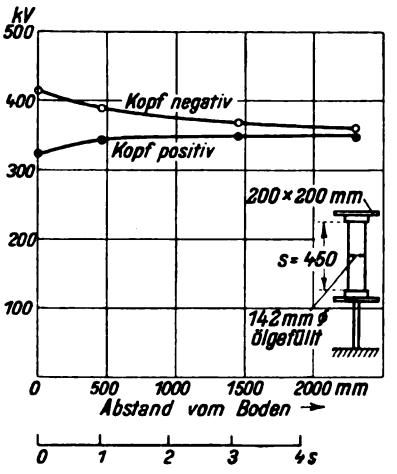


Abb. 7. Stoßüberschlagspannung eines glatten Stützers bei verschiedenem Abstand vom Boden.

hochstellen muß, wenn man den gewollten Erfolg erzielen will. Praktische Bedeutung kommt einer solchen Maßnahme nicht zu.

Ein anderes bekanntes Mittel ist das Vorschieben einer Elektrode in das Innere des Stützers von der Kopfarmatur aus. Abb. 8 zeigt für einen mittelgroßen Stützisolator, daß man die Kopfelektrode um einen Betrag, der etwa einem Drittel der Schlagweite entspricht, in das Stützerinnere verschieben muß, um völlige Polaritäts-

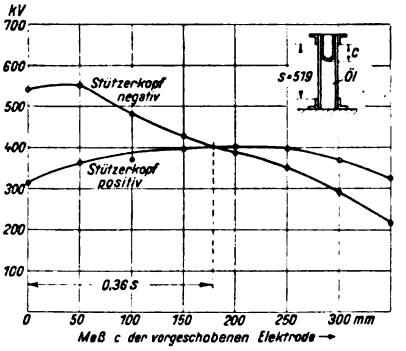


Abb. 8. Stoßüberschlagspannung eines glatten Stützers mit vorgeschobener Kopfelektrode.

gleichheit zu erzielen[13]). Bei Stützern, denen man durch solche vorgeschobenen Kopfelektroden gleiche positive und negative Stoßüberschlagspannung aufzwingt, muß natürlich besonders darauf geachtet werden, daß die innere Durchschlagsicherheit nicht unzulässig herabgesetzt wird. Man wird in den meisten Fällen zu Ausgußmassen greifen müssen, was den praktischen Wert der besprochenen Maßnahme natürlich erheblich einschränkt.

Das naheliegende Mittel, die Kopfarmatur teller- oder wulstförmig auszubilden, ist nicht von grundsätzlicher Wirkung. Ein Stützer mit wenig abgerundeter Kopfarmatur und ein gleicher mit ausgesprochenen Metallwulsten unterscheiden sich nur um wenige Prozente. Dabei hebt sich vor allem die positive Polarität nur wenig, während die negative leichter zu senken ist. Der Stützer verhält sich bei den unseren Untersuchungen zugrunde

[13]) Die Versuche wurden im Schaltwerk der Siemens-Schuckertwerke in Berlin durchgeführt.

Digitized by Google

liegenden Schlagweiten ähnlich wie die oben behandelte Anordnung Kugel gegen Platte in dem Gebiet, wo die Vorentladung den Überschlag bestimmt.

Es bleibt noch zu untersuchen, welche Wirkung man mit den üblichen Rippen erzielt, mit denen Freiluftisolatoren versehen sind. Abb. 9 zeigt wiederum den Vergleich solcher Isolatoren mit Spitze gegen Platte. Die stark ausgezogenen Linien gelten für glatte Isolatoren. Die Stützer sind hierbei etwa um den Betrag ihrer Schlagweite über dem Erdboden aufgestellt. Deshalb ist ihre positive Überschlagspannung etwas gehoben, ihre negative gesenkt. In der gleichen Anordnung wurden nun Freiluftstützer geprüft. Man sieht, daß ihre Überschlagspannung nur wenig höher liegt. Der Grund dafür liegt darin, daß der Überschlag beim Stützer angenähert ein reiner Luftdurchschlag ist.

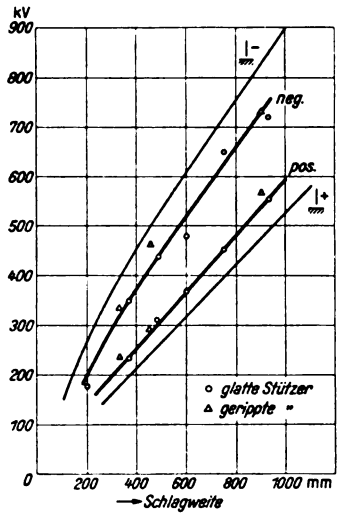


Abb. 9. Mindeststoßüberschlagspannung glatter Hartpapier- und gerippter Porzellanstützer, erhöht stehend.

Durchführungen.

Über Durchführungen soll hier nur das Allernotwendigste mitgeteilt werden. Die Zusammenhänge zwischen Schlagweite und Überschlagspannung sind hier wesentlich verwickelter als bei den anderen Isolatoren. Einzelheiten enthält eine kürzlich erschienene Arbeit[14]). Das Wesentliche ist folgendes: Die Überschlagspannung einer aus

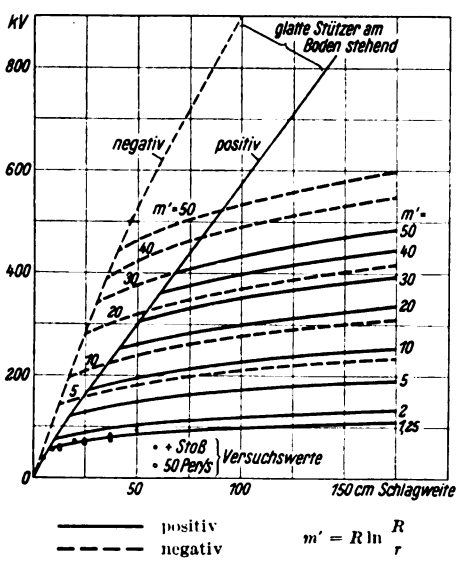


Abb. 10. Mindeststoßüberschlagspannung glatter Gleitrohre, gerechnet von $m' = 1{,}25$ aus.

einem glatten Rohr bestehenden Durchführung hat bei festgehaltenem Bolzen- und Flanschdurchmesser und wachsender Schlagweite den in Abb. 10 dargestellten typischen Verlauf. Dabei ist die Kenngröße die „fiktive Dicke" der Durchführung $m' = R \ln R/r$. R ist der halbe Flansch-, r der halbe Bolzendurchmesser. Bei großen Schlagweiten folgen die Durchführungen dem Toeplerschen Gleitfunkengesetz[15]). Dieses lautet, für Durchführungen umgewandelt:

$$U \simeq K \sqrt[5]{l \frac{\left(R \ln \frac{R}{r}\right)^2}{\varepsilon^2}}.$$

Darin ist U die Überschlagspannung, K eine Konstante, l die Schlagweite, ε die Dielektrizitätskonstante des Isolierstoffes. Soweit dieses Gesetz Gültigkeit hat, nimmt die Überschlagspannung mit wachsender Schlagweite nur wenig zu. Mit abnehmender Schlagweite wird, wie Abb. 10 zeigt, eine Grenze erreicht, wo das Gleitfunkengesetz und damit m' ihre Bedeutung verlieren. Von dort ab spielt nur noch die Schlagweite eine Rolle, und die Durchführung hat etwa die gleiche Überschlagspannung wie ein Stützisolator mit gleichen geometrischen Abmessungen. Die angedeuteten Gesetze gelten sowohl für Stoß- wie für Wechselspannung und für Durchführungen mit und ohne Rippen. Im Gegensatz zu Stützern ist durch Rippen bei Durchführungen eine bedeutende Erhöhung der Überschlagspannung zu erzielen, weil hier der Entladungsfunke durch das elektrische Feld an die Isolatoroberfläche angepreßt wird[16]).

Durchführungen, deren Feld durch Stanniolеinlagen oder ins Innere vorgeschobene Elektroden künstlich gesteuert ist, unterliegen nicht den besprochenen Gesetzmäßigkeiten. Bei bester Feldsteuerung nimmt ihre Überschlagspannung mit wachsender Schlagweite geradlinig zu und erreicht die Überschlagswerte der Grundanordnung Spitze gegen Spitze.

Die höchste bei Durchführungen und auch Stützern durch künstliche Feldsteuerung überhaupt erreichbare Überschlagspannung je cm Schlagweite ist, wie durchgeführte Versuche zeigten, für glatte Isolatoren etwa 7 kV je cm und für Isolatoren der Freilufttype etwa 7,3 kV je cm. Wie die in Abb. 6 eintragenen Punkte zeigen, wird damit trotz Feldsteuerung nicht mehr als die Überschlagspannung der Anordnung Spitze gegen Spitze mit ihrem zwar ziemlich symmetrischen, aber sehr inhomogenen Feld erreicht. Der Grund liegt darin, daß die Armaturen oben und unten so geringe Krümmung haben, daß sie ähnlich wirken wie Spitzen, die man in ein sonst ziemlich homogenes Feld vorschiebt, und daß auch die beste Steuerung mit Stanniolеinlagen — z. B. bei Durchführungen — wegen der Endlichkeit der Belege stufenweise erfolgt. Auf der Oberfläche des Isolators verteilt sich also die Spannung nicht geradlinig, sondern etwa in der Form einer leichten Wellenlinie. Damit ergibt sich wiederum die Gelegenheit zum Einsetzen von Vorentladungen und zum Ausbilden von Raumladungen.

Bei Schutzfunkenstrecken, die zu Durchführungen parallelgeschaltet sind, zeigt jede dieser Schutzfunkenstrecken für sich allein einen erheblichen Polaritätsunterschied. Dieser kann vollkommen verschwinden, wenn sich das Feld des Isolators überlagert. Abb. 6 enthält als Beispiel zwei Werte, die nur für den bestimmten Fall zahlenmäßig gelten, aber das Grundsätzliche erkennen lassen.

Die Kennlinien des Zeitverzugs.

Alle bisher mitgeteilten Ergebnisse galten nur für die Mindeststoßspannung. Diese ist jedoch nur ein Punkt der Stoßkennlinie, und nur die ganze Kennlinie sagt allgemein Gültiges über das Verhalten einer Isolieranordnung aus. Bei der Betrachtung der Kennlinien soll das bisher gehandhabte Verfahren, die Spitzenanordnungen stets zum Vergleich zu benutzen, beibehalten werden. Die Kennlinien, die gebracht werden, entsprechen der oben abgeleiteten dritten Form und sind bei konstanter Halbwertdauer von 50 bzw. 40 µs aufgenommen.

[14]) Elsner und Rebhan, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 6, S. 398.

[15]) Max. Toepler, Arch. Elektrotechn. 10 (1921) S. 157.

[16]) Harald Müller, Hescho-Mitt. (1928) H. 41/42.

Digitized by Google

Abb. 11 zeigt oben die Kennlinie für einen glatten, am Boden stehenden Porzellanstützer von 200 mm Länge und 50 mm Dmr. Man erkennt zunächst, daß die Punkte des Zeitverzugs verhältnismäßig stark streuen, bei langen Verzugszeiten mehr, bei kurzen weniger[17]). Im übrigen ergibt sich bei positivem Stützerkopf, also niedriger Stoßspannung, ein großer Zeitverzug und ein starkes Ansteigen der Kennlinie mit kürzer werdendem Zeitverzug. Bei negativem Stützerkopf ist der Zeitverzug schon bei der Mindeststoßspannung sehr klein. Besonders zu beachten ist, daß mit abnehmendem Zeitverzug der Polaritätsunterschied mehr und mehr verschwindet. Für die Praxis bedeutet das, daß bei hohen, steilen Überspannungen, also nahen Blitzschlägen, der Stützer in beiden Polaritäten angenähert gleich viel hält.

Um einen genauen Vergleich zwischen einem Stützisolator und einer gleichartigen Luftfunkenstrecke zu ermöglichen, wurde das Porzellan des Stützers entfernt und die Kopf- gegen die Fußfassung überschlagen. Die Kennlinie dieser Anordnung, die praktisch auf die Grundanordnung Spitze—Platte hinausläuft, ist in Abb. 11 gestrichelt

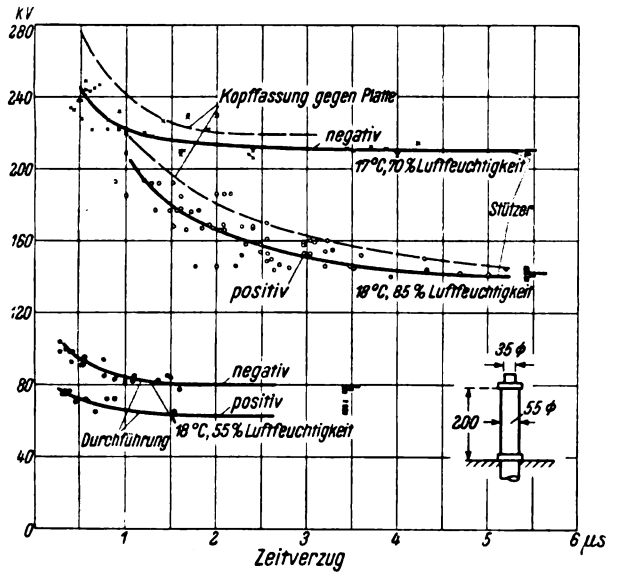


Abb. 11. Glatte Stützer und Durchführungen, Stoßspannungskennlinien.

eingetragen. Man sieht, daß der charakteristische Verlauf für Stützer und Luftstrecke genau der gleiche ist, und daß auch die Durchschlagsspannungen nur wenig verschieden sind. Es bestätigt sich also auch hier, daß der am Boden stehende Stützisolator in seinem Verhalten der Grundordnung Spitze—Platte weitgehend nahekommt.

Ein als Durchführung verwendetes Porzellangleitrohr mit den gleichen Armaturen wie der besprochene Stützer hat bei einer Wandstärke von 10 mm, wie Abb. 11 zeigt, eine sehr niedrig liegende Stoßüberschlagspannung. Auch hier liegt die negative Kennlinie höher als die positive. Der Verlauf ist ausgesprochen flach, der Zeitverzug also kurz.

Über den Verlauf der Kennlinien bei den Grundanordnungen Spitze—Spitze und Spitze—Platte geben die eingehenden Arbeiten von Bellaschi und Teague[18]) Aufschluß. Des leichteren Vergleichs wegen sollen hier in einer etwas abweichenden Darstellung die Mindeststoßspannung mit 1 bezeichnet und die mit abnehmendem Zeitverzug zunehmenden Stoßspannungen als Vielfache von 1 aufgetragen werden. Abb. 12 enthält die Kennlinien der Grundanordnung Spitze—Spitze, Spitze—Platte und für Kugel von 250 mm Dmr. gegen Platte, alle für eine Schlagweite von 1 m. Man erkennt folgendes: Von den Grundanordnungen hat den größten Zeitverzug positive Spitze gegen Platte, den kleinsten negative Spitze gegen Platte. Spitze gegen Spitze liegt etwa in der Mitte. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Polaritäten besteht nicht. Die Kugel von 250 mm Dmr. gegen Platte

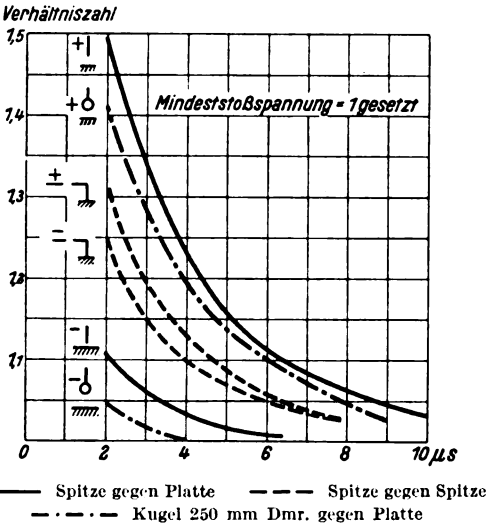


Abb. 12. Stoßkennlinien von Kugel- und Spitzenanordnungen. Schlagweite 1000 mm.

verhält sich bei 1 m Abstand fast wie eine Spitze. Diese Ergebnisse gruppieren sich in bezug auf die Polarität ähnlich zusammen wie die früheren, die nur die Mindeststoßspannungen betrafen.

Die Form der Verzögerungskennlinie ist von der Entfernung abhängig. Es scheint allgemein zu gelten, daß mit wachsendem Abstand die Verzögerungszeit etwas zunimmt. Es liegen jedoch noch zu wenige Versuchsergebnisse vor, um ganz sichere Aussagen zu machen.

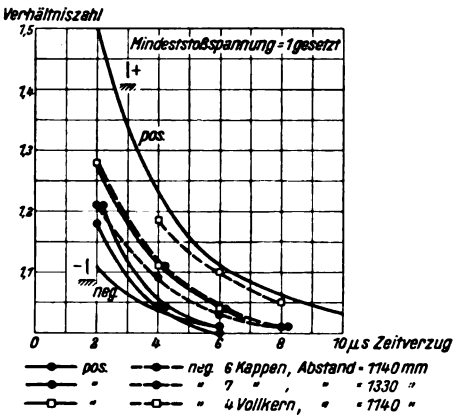


Abb. 13. Stoßspannungskennlinien von Hängeketten K 5 nach Untersuchungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen.

Abb. 13 zeigt in gleicher Darstellung den Verlauf der Kennlinien für Hängeketten von 1100 bis 1300 mm Schlagweite[19]). Wenn man von der etwas hochliegenden Kurve für Vollkernisolatoren absieht, dann ist zu erkennen, daß die Kennlinien etwa in dem Gebiet verlaufen, wo in Abb. 12 Spitze gegen Spitze eingezeichnet ist.

Das bis heute vorhandene Versuchsmaterial ist, soweit es zu einem unmittelbaren Vergleich verschiedener Anordnungen brauchbar ist, verhältnismäßig dürftig. So-

[17]) Vgl. Strigel, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) S. 1 u. 13.
[18]) Electr. Engng. 53 (1934) S. 1638.
[19]) Errechnet aus: A. Matthias, Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 103.

Digitized by Google

viel aber läßt sich erkennen, daß verwandte Anordnungen auch ähnlichen Verlauf der Kennlinien zeigen. So ähneln Stützisolatoren der Grundanordnung Spitze—Platte, Hängeketten mit einer gewissen Annäherung der Anordnung Spitze—Spitze. Durchführungen folgen besonderen Gesetzen. Sie werden sich, soweit ihr Überschlag als Stützer erfolgt, an den Verlauf der Stützerkennlinie anlehnen. Wenn sie als reine Gleitanordnung überschlagen, wird die Kennlinie dagegen den in Abb. 11 dargestellten Verlauf haben.

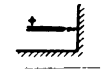
Das Aufnehmen von Kennlinien ist sehr mühsam und zeitraubend. Eine einigermaßen gesicherte Kennlinie muß eine sehr große Zahl von Einzelpunkten enthalten. Die bis heute veröffentlichten Kennlinien sind oft aus viel zu wenigen Versuchsergebnissen gewonnen. Eine Kennlinie in ihrem grundsätzlichen Verlauf zu ändern ist schwierig, und in den seltensten Fällen ist mit kleinen Mitteln, etwa kleinen Wulsten, gewissen Elektrodenänderungen u. dgl. ein Erfolg zu erzielen. Hat man die Absicht, die Isolation einer Anlage zu staffeln, d. h. will man den Überschlag am einen Isolator zulassen, am anderen vermeiden, dann muß man grob staffeln, damit auch unter dem Einfluß von Streuung, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit und Verschmutzung der Überschlag stets nur dort erfolgt, wo man ihn zulassen will.

Stützer und Schlagweiten in Schaltanlagen.

Mit den bis jetzt gewonnenen Ergebnissen sind wir in der Lage, an einzelne Aufgaben der Praxis heranzutreten. So interessiert die Frage, welche elektrische Sicherheit in Anlagen mit kleinsten Schlagweiten und niedrigsten Isolatoren tatsächlich vorhanden ist. Das Studium solcher Anlagen gibt den besten Hinweis, in welcher Größenordnung Überspannungen möglich sind und mit welchem Mindestaufwand genügende Sicherheit erzielbar ist.

Kleinste Schlagweiten und kürzeste Isolatoren findet man in Innenraumanlagen. Bekanntlich darf nach den VDE-Vorschriften z. B. eine 100 kV-Innenraumanlage mit freien Luftschlagweiten von 720 mm ausgeführt werden. Tafel 1 enthält für praktische Sammelschienenanordnungen

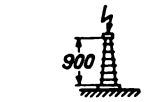
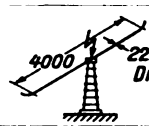
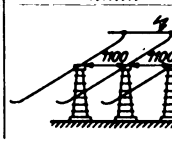
Zahlentafel 1. Stoßüberschlagspannung. Sammelschiene gegen Erde bei 20 °, 760 Torr, 11 g/m³ Feuchtigkeit, 720 mm Elektrodenabstand.

	Anordnung	Stoß-überschlag-spannung kV	Verhältniszahl
Spitze → geerdete Platte		+ 377	1
waagerechte Sammelschiene → Erde		+ 390	1,035
Spitze → senkrechte Wand bei naher Erde		+ 395	1,05
Sammelschiene aus der Waagerechten in die Senkrechte umgebogen → Boden und Wand		+ 402	1,065
Spitze → geerdete Spitze		+ 463	1,23

die bei 720 mm Abstand erreichbaren positiven Mindeststoßspannungen. Die erste und die letzte Zeile zeigen die zu den Grundanordnungen Spitze—Platte und Spitze—Spitze gehörigen Spannungen. Man erkennt, daß eine gegenüber einer Wand angebrachte Sammelschiene sich bei positivem Stoß nur um wenige Prozente von der ungünstigsten Grundanordnung Spitze—Platte unterscheidet. Die positive Stoßüberschlagspannung einer solchen Sammelschiene gegen Erde beträgt also nur ungefähr 400 kV (max.). Die Stützisolatoren für diese Spannung haben gewöhnlich eine um einige Zentimeter größere Schlagweite. Ihre Stoßüberschlagspannung liegt daher meistens um 10 % und mehr über dem reinen Luftdurchschlag. Es ist nicht zu bestreiten, daß diese Überschlagswerte zunächst verhältnismäßig niedrig erscheinen.

Man hat nun gelegentlich vermutet, daß der Stützer, dessen Feld durch die Umgebung leicht zu beeinflussen ist, vielleicht in der Anlage selbst eine andere Überschlagspannung habe als einzelstehend. Tafel 2 zeigt das Ergebnis einiger zur Klärung dieser Frage durch-

Zahlentafel 2. Stoßüberschlagspannung vom Freiluftstützer und Sammelschiene bei 20 °, 760 Torr, 8,4 g/m³ Feuchtigkeit.

Stoßart	Anordnung	Stoßüberschlagspannung kV (Scheitelwert)	
Stützer, allein		+ 502	— 826
Stützer mit Sammelschiene		+ 501	— 811
dreiphasiger Stoß auf Sammelschiene		+ 500	— 864

geführten Versuche. Es handelt sich dabei um einen Freiluftstützer, der zunächst alleinstehend, mit und ohne Sammelschiene, dann in dreiphasiger Anordnung gegen Erde überschlagen wird. Man erkennt, daß die positive Überschlagspannung, die hier als niedrigste allein interessiert, sich nicht ändert. Die Außenstützer, an denen stets der Überschlag erfolgt, behalten anscheinend das unsymmetrische Feld und damit den großen Polaritätsunterschied des Einzelstützers[20]).

Es erhebt sich nun die Frage, ob diese niedrigen positiven Stoßüberschlagspannungen tatsächlich die niedrigsten im Laufe des Jahres vorkommenden sind. Bekanntlich ändert sich die Überschlagspannung bei Spitzen sowohl für Stoß- wie für Wechselspannung linear mit der in g/m³ gemessenen Luftfeuchtigkeit[21]). Nach Fielder gilt für positive Spitze gegen geerdete Spitze und für Hängeketten, ferner nach eigenen Messungen auch für positive Spitze gegen geerdete Platte angenähert etwa die Beziehung: daß je g/m³ Feuchtigkeit die Überschlagspannung um rd. 1 % zunimmt. In Abb. 14 ist nun aufgetragen, wie groß die positive Stoßüberschlagspannung einer Sammelschiene gegen Erde bei einer Schlagweite von 720 mm ist, wenn die relative Feuchtigkeit zwischen 40 % bei 5 ° C und 100 % bei 25 ° C schwankt. Da kalte Luft nur wenig Feuchtigkeit aufnehmen kann, warme dagegen viel, macht die gleiche Schwankung der relativen Feuchtigkeit im Winter wenig, im Sommer viel aus. Der Unterschied zwischen einem trockenen Tag im Winter und einem feuchten im Sommer kann, wie Abb. 14 zeigt, bis zu 25 % betragen.

Diese starken Unterschiede in der Stoßüberschlagspannung sind typisch für alle Anordnungen, die nach der Art von Spitzen überschlagen, also praktisch für alle

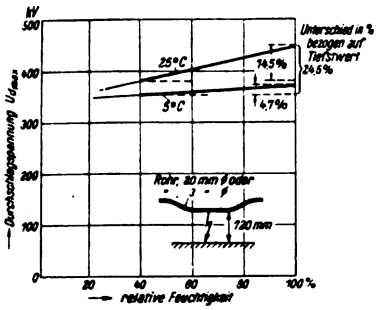
[20]) In jüngster Zeit durchgeführte Versuche ergaben, daß eine aufgelegte Sammelschiene in Verbindung mit einer wulstförmigen Kopfelektrode die positive Stoßüberschlagspannung um 15 % und mehr, verglichen mit alleinstehendem Stützer mit scharfkantiger Kopffassung, heben kann. Wulstförmige Kopfelektrode oder Sammelschiene für sich allein dagegen brachten keine nennenswerte Besserung.

[21]) Siehe die Arbeiten von Weicker, Hescho-Mitt. (1936) H. 74/75; Fielder, Electr. J. 29 (1932) S. 348 u. S. 459; 32 (1935) S. 543.

Digitized by Google

Isolatoren. Mit Schwankungen des oben berechneten Ausmaßes muß in den elektrischen Anlagen gerechnet werden.

Die positive Stoßüberschlagspannung kann, wie man sieht, überall dort, wo ein unsymmetrisches Feld herrscht, verhältnismäßig tief liegen. Es ist nun interessant, sich



Durchschlagspannung $U_{d\,max}$ bei IEC-Bedingung, 20 ° C, 760 Torr, 11 g/m³ Feuchtigkeit: 390 kV(max)

Abb. 14. Stoßüberschlagspannung. Sammelschiene gegen Erde bei verschiedener Luftfeuchtigkeit und 720 Torr (berechnet nach Fielder).

die Gründe klarzumachen, warum trotzdem die Erfahrungen mit diesen Abständen in Deutschland durchaus gut sind. Die Gründe sind folgende:

1. Die negativen Überspannungen bilden die überwiegende Mehrzahl. Die Statistiken zeigen im Durchschnitt 80 % negative und 20 % positive Überspannungen. Die unsymmetrischen Anordnungen werden also in der Hauptsache in jener Polarität beansprucht, in der sie eine hohe Stoßüberschlagspannung haben.

2. Gewitterüberspannungen treffen die Anlagen meist im Sommer, wo wegen der höheren Temperatur und des erhöhten absoluten Feuchtigkeitsgehaltes der Luft die Stoßüberschlagspannung hoch liegt.

3. Betrachtet man den Verlauf der Kennlinien einer Anordnung mit ausgesprochenem starken Polaritätsunterschied, z. B. Stützer und Spitze—Platte in Abb. 11, so erkennt man, daß der größte Polaritätsunterschied nur im Gebiet der Mindeststoßspannung vorhanden ist. Er wird kleiner mit abnehmendem Zeitverzug. Sicherlich wird nur ein kleiner Teil der obengenannten 20 % positiven Überspannungen die Isolatoren gerade mit der Höhe der Mindeststoßspannung treffen. Je kürzer aber die Beanspruchungszeit wird, um so mehr nähert sich die positive Überschlagspannung der hochliegenden negativen.

Zusammenfassung.

Die Arbeit zeigt, daß bei gleicher Schlagweite Hängeketten angenähert die gleiche Mindeststoßüberschlagspannung haben wie Spitze gegen Spitze, Stützisolatoren wie Spitze gegen Platte. Auch der Verlauf der Stoßkennlinien ist für diese Isolatoren und Elektrodenanordnungen ähnlich. Durchführungen folgen je nach ihren Abmessungen zum Teil dem Toeplerschen Funkengesetz, zum Teil erfolgt ihr Überschlag nach Art eines Stützisolators. Als bester Isolator ist derjenige anzusehen, für den die positive und negative Stoßüberschlagspannung gleich ist. Bei Schlagweiten über 30 bis 40 cm ist diese Polaritätsgleichheit in der Hauptsache durch Symmetrieren der elektrischen Felder erreichbar. Innenraumschaltanlagen können bei Benutzung der VDE-Schlagweiten an Stellen, wo ein unsymmetrisches Feld vorhanden ist, eine verhältnismäßig tief liegende positive und eine hohe negative Mindeststoßüberschlagspannung haben, die mit der Luftfeuchtigkeit erheblich schwankt. Die guten Betriebserfahrungen lassen sich damit erklären, daß negative Stoßspannungen in den Netzen überwiegen, und daß bei abnehmendem Zeitverzug die positive Stoßüberschlagspannung sich mehr und mehr der hohen negativen nähert.

Der Oberleitungsomnibus, technische und wirtschaftliche Fragen.

Von Fritz Lehner, Leipzig.

621. 33. 033. 11 : 629. 1–45

Übersicht. Die Arbeit will einen Überblick über den gegenwärtigen Entwicklungsstand der Oberleitungsomnibusse geben und die wichtigsten technischen und wirtschaftlichen Fragen erörtern, die bei der Einführung dieses neuzeitlichen Verkehrsmittels an den Betriebsleiter herantreten.

Das neuzeitliche elektrische Nahverkehrsmittel, der Oberleitungsomnibus (Obus), hat sich bisher in Deutschland ganz im Gegensatz zum Ausland (vgl. Zahlentafel 1) nur wenig durchsetzen können. Die ersten Anlagen, die zu Beginn dieses Jahrhunderts erbaut wurden, gerieten bald wieder in Vergessenheit, weil bei den damaligen Straßenverhältnissen, der Verwendung eiserner Radreifen und mangelhaft konstruierter Wagen eine Weiterverfolgung des genialen, aber verfrühten Gedankens Max Schiemanns aussichtslos erschien. Erst geraume Zeit

Zahlentafel 1. Zahl der Obusse und Streckenlänge.

	England	V. S. Amerika	Frankreich [3]	Italien	Belgien	Deutschland
Zahl der Obusse						
Anfang 1936. . .	1334	558	80	129	50	13
Anfang 1937. . .	1847 [1]	1154 [2]	81	217 [4]	50 [5]	23
Zunahme in % .	+ 38,5	+107	+1,3	+68	0	+ 77
Streckenlänge km						
Anfang 1936. . .	750	978	80,5	64	36	26,7
Anfang 1937. . .	845	1368	80,5	78	36	48,2
Zunahme in % .	+ 12,5	+ 40	0	+22	0	+ 80,5

[1] Gegenwärtig in Betrieb und Bau 2635 Obusse.
[2] „ „ „ „ 1422 „ .
[3] Einschließlich Kolonien.
[4] Gegenwärtig in Bau 151 Obusse und 12,5 km Strecke
[5] „ „ „ 48 „ „ 24,0 „ „

Zahlentafel 2. Anteil (in %) verschiedener Verkehrsmittel am innerstädtischen Oberflächenverkehr.

	Schienenbahnen	Omnibusse	Obusse
V. S. Amerika	76	23	1
England	59	35	6
Deutschland	89,9	10,0	0,1

nach dem Kriege begann man in England und Amerika sich der deutschen Erfindung wieder zu erinnern und sie, dem technischen Fortschritt angepaßt, in immer stärkerem Maße zur Bedienung des Nahverkehrs heranzuziehen. Trotz alledem ist auch in diesen Ländern der vom Obus bediente öffentliche Verkehr noch sehr gering (Zahlentafel 2).

Die Gründe, die zur Verwendung des Obusses in den einzelnen Ländern geführt haben, liegen teils auf wirtschaftlichem Gebiet, teils war die Erkenntnis seiner verkehrs- und betriebstechnischen Vorteile ausschlaggebend. Da der Obus im Gegensatz zur Straßenbahn ein viel geringeres Anlagekapital erfordert, stand seine Einführung überall dort zur Erörterung, wo nach dem Kriege die Erneuerung oder der Ersatz stark herabgewirtschafteter Straßenbahnen die Bereitstellung großer Geldmittel notwendig gemacht hätte. Weiter trat, wie in England, das Bestreben hinzu, den zu billigen Preisen zur Verfügung stehenden elektrischen Strom und damit die heimische Kohle weitgehend auszunutzen. Begünstigend wirkten dabei auch die Langjährigkeit der mit den ehemaligen Straßenbahnen bestehenden Stromlieferungsverträge und

Digitized by Google

die Erhöhung der Stahlpreise. In Amerika wiederum war die Erkenntnis der verkehrstechnischen Überlegenheit des Obusses und seine Eignung als Massenverkehrsmittel ausschlaggebend, weil wirtschaftliche Gesichtspunkte bei den billigen Benzin- und Gasölpreisen zurücktraten.

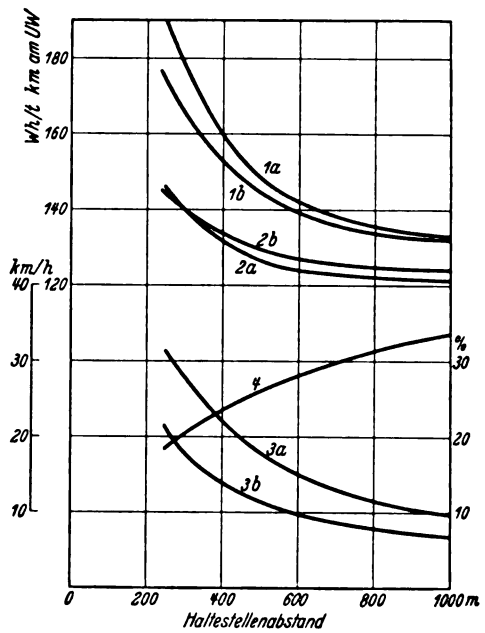
Das Nachhinken der Obus-Entwicklung in Deutschland ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Der Zustand der Straßenbahnen in der Nachkriegszeit war durchweg besser als in anderen Ländern, ihre Erneuerung weniger dringend. Dort, wo man an einen Ersatz oder an eine Erweiterung der bestehenden Straßenbahn- und Autobusnetze dachte, trat zunächst — ganz im Gegensatz zum Ausland[1]) — der Dieselbus als Wettbewerber auf. Der Hauptgrund aber, der der Einführung der Obusse entgegenstand, war der wirtschaftliche Niedergang vor der Machtübernahme, der den Unternehmungsgeist der Verkehrsbetriebe lähmte, sie zu sparsamster Wirtschaftsführung zwang und sie nicht den Mut finden ließ, ein neues Verkehrsmittel, das immerhin auch Fehlschläge bringen konnte, einzuführen. Erst jetzt, nachdem ein fühlbarer Aufstieg auch im innerstädtischen Verkehr eingetreten ist, beginnt das Interesse an dem neuen Verkehrsmittel auch in Deutschland mehr und mehr zu wachsen.

Technische Fragen.

Wie bei der Straßenbahn gilt auch beim Obus als oberster Grundsatz die Forderung nach größtmöglicher Einfachheit der elektrischen Ausrüstung. Jeder Fachmann weiß, daß im rauhen Verkehrsbetrieb das Einfachste auch immer das Beste war, und daß vielfach die Aufwendungen, mit denen Verbesserungen erkauft wurden, in keinem Verhältnis zum erzielten Erfolg standen. An sich sind die Elemente, aus denen sich die elektrische Ausrüstung zusammensetzt, vom Straßenbahnbetrieb her bekannt und bieten hinsichtlich ihrer Ausführung und Unterhaltung keinerlei Schwierigkeiten. Über den Aufbau der Ausrüstung selbst gehen jedoch die Ansichten der Fachleute auch heute noch mehr oder minder stark auseinander.

1. Einmotorige oder zweimotorige Ausrüstung mit Reihen-Parallel-Schaltung? Die Reihen-Parallel-Schaltung bietet den wesentlichen Vorteil des geringeren Stromverbrauchs. Die Ersparnis ist um so größer, je kleiner der Halteabstand und die Anfahrbeschleunigung sind (Abb. 1). Der Mehrverbrauch, der sich rein rechnerisch ergibt, wird praktisch noch erheblich überschritten, weil das Fehlen einer wirtschaftlichen Fahrstufe bei halber Geschwindigkeit gerade im Stadtinnern sehr häufig zum Fahren auf Widerstandsstufen zwingt. Je nach der Stärke des innerstädtischen Verkehrs und des Verhältnisses zwischen Außen- und Innenstrecken kann bei einem Halteabstand von 300 m ein Mehrverbrauch von etwa 25 bis 30 % angenommen werden.

Der Nachteil des größeren Stromverbrauchs wird zum Teil wieder durch die Vorteile der einfacheren einmotorigen Ausrüstung aufgewogen. Dem Mehr an Stromkosten stehen die Ersparnisse an Anlage- und Unterhaltungskosten gegenüber. Es ist daher notwendig, diese beiden Größen von Fall zu Fall gegeneinander abzuwägen. Da die zusätzlichen Kosten für den Kapitaldienst[2]) nicht sehr erheblich sind, die Stromersparnis[3]) aber immerhin einige Reichspfennige betragen kann, wird sich der Restbetrag von den an sich geringen Unterhaltungskosten für die elektrische Ausrüstung nicht immer einsparen lassen. Im allgemeinen wird bei niedrigen Strompreisen, kleineren Ausrüstungen (bis etwa 60 kW) und nicht ganz sachverständiger Wartung (wie dies bei Umstellungen von Diesel- oder Benzinbetrieben der Fall ist) der einmotorigen Ausrüstung der Vorzug zu geben sein; darüber hinaus sollte aber auf die zweimotorige Ausrüstung nicht verzichtet werden. Diese bietet gleichzeitig den Vorteil, daß die Übertragung der Leistung zwischen Motor und Rad in einfacher Weise ohne Ausgleichgetriebe durchgebildet werden kann (elektrisches Differential), und daß bei Störungen an einem Motor immer noch der andere zur Verfügung steht[4]).



1 Arbeitsverbrauch einer einmotorigen Ausrüstung
2 Arbeitsverbrauch einer zweimotorigen Ausrüstung
3 Mehrverbrauch der einmotorigen Ausrüstung in %
4 Reisegeschwindigkeit bei 10 s Haltezeit je Haltestelle
Zu *1* ··· *3*: a) bei einer Anfahrbeschleunigung von $p_a = 0{,}5$ m s^{-2}
b) „ „ „ „ $p_a = 0{,}8$ m/s^2

Abb. 1. Arbeitsverbrauch bei ein- und zweimotorigen Ausrüstungen, abhängig von Halteabstand und Anfahrbeschleunigung.

Während bisher zur Reihen-Parallel-Schaltung entweder zwei selbständige Motoren, ein Doppelmotor oder ein Tandemmotor verwendet wurden, ist für zwei im Bau befindliche Ausrüstungen der Doppelkommutatormotor vorgesehen, der zweifelsohne den Vorteil des geringeren Gewichts[5]) besitzt. Inwieweit dieser den besonderen Beanspruchungen im Obusbetrieb gerecht wird, muß die Praxis lehren.

In Deutschland sind bisher sowohl zwei- als auch einmotorige Ausrüstungen gebaut worden, während man in den V. S. Amerika neuerdings dem einmotorigen Antrieb den Vorzug gibt[6]). In England ist der einmotorige Antrieb vorherrschend, weil bei der dort üblichen Verwendung des Verbundmotors zweimotorige Ausrüstungen zu verwickelten Schaltanordnungen führen würden; trotzdem sind auch dort die Vorteile der zweimotorigen Ausrüstung erkannt worden. In einem Bericht über einen Niederflurwagen (Leyland), der mit 2 Motoren ausgerüstet ist, sind die fahrtechnischen Vorteile, die sich besonders in der Innenstadt und bei starkem Nebel in einer Verringerung des Stromverbrauchs und der Beanspruchung der Widerstände zeigten, besonders hervorgehoben[7]).

2. Selbsttätiges oder nichtselbsttätiges Anfahren? Bei Schienenfahrzeugen werden häufig Ausrüstungen mit selbsttätiger Anfahrt,

[1]) Bei der Gleichheit der Benzin- und Gasölpreise im Ausland hat dort die Umstellung auf den Dieselbus nur geringe Bedeutung erlangt. In Deutschland liegen die Treibstoffkosten beim Dieselbus rd. 35% niedriger als beim Benzinbus.
[2]) Etwa 0,3 bis 0,7 Rpf je Wagen-km.
[3]) Bei einem Strompreis von 8 Rpf/kWh etwa 1,5 bis 3,5 Rpf je Wagen-km.
[4]) F. Finck, ETZ 56 (1935) S. 819.
[5]) Gewicht zweier Einzelmotoren 100%, eines Doppelmotors 96%, eines Doppel-Kommutatormotors 80 bis 85%.
[6]) Von den im Jahre 1936 bestellten Ausrüstungen ist etwa die Hälfte einmotorig; vgl. Transit J. 81 (1937) S. 20.
[7]) Vgl. Bus and Coach (1936) S. 96.

Digitized by Google

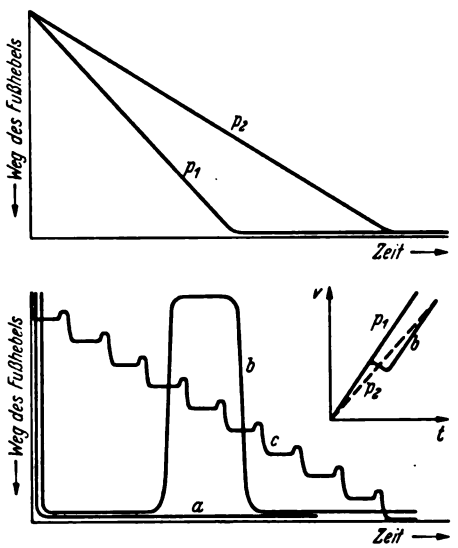
also mit konstant einstellbarer Anfahrbeschleunigung, verwendet. Das selbsttätige Anfahren soll ein stoßfreies Beschleunigen unter Vermeidung großer Stromspitzen ermöglichen und in Verbindung mit einer großen Zahl von Anfahrstufen die Höhe der Anfahrbeschleunigung möglichst nahe an den durch die Reibungsgrenze gegebenen Höchstwert heranrücken. Bei dem hohen Reibungswert zwischen Gummi und Fahrbahn ist dies beim Obus nicht notwendig, weil die Höhe der Beschleunigung durch andere Gesichtspunkte begrenzt ist. Es hat sich gezeigt, daß mit Rücksicht auf stehende Fahrgäste die Anfahrbeschleunigung nicht über 1 bis 1,2 m/s² gewäht werden soll[8]). Eine Steigerung darüber hinaus bringt außerdem nur geringen Gewinn an Reisegeschwindigkeit, der in keinem Verhältnis zu den Aufwendungen steht[9]).

Im Gegensatz zu Schienenfahrzeugen, die vielfach auf eigenem Bahnkörper fahren, ist beim reinen Straßenfahrzeug eine selbsttätige Anfahrt nur in Straßen mit geringem Verkehr denkbar. Im Innern der Städte macht die notwendige Anpassung an die Fahrweise der übrigen Verkehrsteilnehmer eine dem Willen des Fahrers voll gehorchende Anfahrt erforderlich, die um so dringender wird, je mehr die Straßenbelastung durch die Motorisierung steigt. Es ist sicher keine Zufälligkeit, daß gerade in London mit seinem Riesenverkehr nur nichtselbsttätige Steuerungen verwendet werden. Auch Amerika zieht nichtselbsttätige Steuerungen vor[10]).

Die dem Willen des Fahrers unterworfene Fahrweise zeigt sich auch dann überlegen, wenn plötzlich einsetzendes Glatteis oder Regen eine weitgehende gefühlsmäßige Anpassung an die Reibungsverhältnisse zwischen Rad und Fahrbahn erforderlich machen[11]). Bei starkem Glatteis konnte der Betrieb auf der in sehr schwierigem Gelände liegenden Obuslinie Mettmann – Gruiten aufrechterhalten werden[12]). Dies ist auch ein Beweis für die ausgezeichnete Eignung des Hauptstrommotors als Antriebsmaschine. Mit Dieselwagen war ein Betrieb nicht mehr möglich.

In Erkenntnis der hier aufgezeigten Zusammenhänge sind fast alle bisher in Deutschland ausgeführten selbsttätigen Steuerungen so durchgebildet worden, daß der Fahrer jederzeit in den Schaltvorgang eingreifen und jede beliebige Fahrstufe ansteuern kann. Dies geschieht durch ein kurzes Zurücknehmen (Lüften) des Fußhebels. Um eine Anfahrbeschleunigung zu erzielen, die unterhalb der festeingestellten liegt, muß eine Fahrweise angewandt werden, die zum Teil gegensinnige Bewegungen erfordert, während bei einer nichtselbsttätigen Schaltung nur ein etwas langsameres Durchtreten genügt (Abb. 2). In solchen Fällen ist also die selbsttätige Steuerung der nichtselbsttätigen unterlegen. Dazu kommt, daß es bei der selbsttätigen Steuerung nicht möglich ist, schneller als der Einstellung entsprechend zu beschleunigen[13]). Jeder Praktiker weiß aber, daß schwere Unfälle nicht immer durch scharfes Bremsen, sondern des öfteren auch durch rasches Beschleunigen verhindert wurden. Es muß also damit gerechnet werden, daß bei Zusammenstößen und Unfällen der Fahrer die Schuld der technischen Einrichtung zuschiebt.

Bei der selbsttätigen Anfahrt muß die Anfahrbeschleunigung auf die ungünstigsten Verhältnisse (schlüpfrige Fahrbahn und unbesetzte Wagen) eingestellt werden. Sie kann also bei trockenen Straßen und besetzten Wagen nicht den Wert erreichen, der mit der nichtselbsttätigen Steuerung erzielt wird. Um den Fahrplan einzuhalten, muß daher länger unter Strom gefahren werden. (Verlust an Zeitrückhalt!) Vergleichsversuche, die unter vollkommen gleichen Bedingungen (gleiche Fahrzeit, Motorleistung, Halteabstand usw.) durchgeführt wurden, haben auch gezeigt, daß der Stromverbrauch bei der nichtselbsttätigen Steuerung günstiger liegt als bei der selbsttätigen. Bei einem Halteabstand von 300 m betrug die Stromersparnis rd. 20 %.



Anfahrbeschleunigung $p_2 < p_1$
a selbsttätige Anfahrt mit p_1
b selbsttätige, unterbrochene Anfahrt mit p_2
c Ansteuern jeder Fahrstufe, Anfahrt mit p_2

Abb. 2. Schaltweise bei einer nichtselbsttätigen (oben) und einer selbsttätigen Anfahrt (unten).

Schwierigkeiten ergeben sich bei der selbsttätigen Steuerung auch im bergigen Gelände, weil es schwer ist, die Einstellung des Stromwächters so zu treffen, daß sie für alle Betriebsfälle befriedigt (vgl. Fußnote 13).

Alle selbsttätigen Steuerungen weisen bei gewissen Schaltvorgängen — z. B. beim kurzzeitigen Ausschalten des Fahrschalters und sofortigen Wiedereinschalten bis zur ursprünglichen Fahrstufe — mehr oder minder große zeitliche Verzögerungen zwischen dem Befehl und der Schaltausführung auf. Diese Zeitverluste lassen sich durch entsprechende Maßnahmen (schneller Rücklauf des Schalters, Rücklauf nur bis zur Serienstellung, rasches Wiederaufschalten usw.) zwar verringern, aber nicht ganz beseitigen.

Wenn des öfteren als besonderer Vorteil der selbsttätigen Anfahrt die Schonung der Motoren genannt wird, so muß dagegen eingewendet werden, daß einen solchen Schutz auch der richtig eingestellte Automat[14]) übernehmen kann. Die Unbequemlichkeit seines Wiedereinschaltens wirkt außerdem erzieherisch auf das Fahrpersonal.

Nach alledem sind im innerstädtischen Verkehr besondere verkehrstechnische und wirtschaftliche Vorteile von einer selbsttätigen Anfahrt kaum zu erwarten. Mit Rücksicht auf die Vereinfachung der elektrischen Ausrüstung muß der nichtselbsttätigen Steuerung der Vorzug gegeben werden.

3. Hauptstrom- oder Verbundmotor? Elektrische Bremsung? Der Elektromotor be-

[8]) Auch in England und Amerika liegt die Anfahrbeschleunigung in dieser Höhe.

[9]) Vgl. auch F. Lehner, ETZ 56 (1935) S. 673.

[10]) Von 453 von einer Firma im Jahre 1936 gelieferten Schützsteuerungen waren 78% nichtselbsttätig.

[11]) Der Reibungswert fällt bei nassen und schlüpfrigen Fahrbahnen bedeutend mehr ab als bei der Schiene.

[12]) ETZ 51 (1930) S. 1595; 53 (1932) S. 753.

[13]) Es wäre allerdings möglich, die Ausrüstung mit mehreren Beschleunigungsstufen durchzubilden, die dann vom Fahrer nach eigenem Ermessen jeweils gewählt werden. Eine solche Lösung ist aber bei einem Straßenfahrzeug vom fahrtechnischen und betriebstechnischen Standpunkt aus zu verwerfen. Vgl. in diesem Zusammenhang auch die veränderliche selbsttätige Schützsteuerung, die bei einigen amerikanischen Obussen verwandt wird und die geschilderten Mängel zum Teil beseitigt [Electr. J. 34 (1937) S. 63].

[14]) Bei den Wagen der Passenger Transport Board in London übernimmt den Schutz ein Überlastrelais, das eines der beiden Hauptschütze ausschaltet. Ist der Fahrer mit dem Fußhebel in die Nullage zurückgegangen, so kann er sofort wieder einschalten.

Digitized by Google

sitzt gegenüber der Verbrennungsmaschine neben einer für den Fahrbetrieb besonders geeigneten Kennlinie[15]) den wesentlichen Vorteil der großen Überlastungsfähigkeit[16]) (Anfahren, Steigungen!). Die Beschleunigung erfolgt außerdem stetig und stoßfrei ohne Zugkraftunterbrechungen, wie sie den bisher üblichen Getriebeschaltungen eigen sind. Zu diesen Vorteilen tritt noch der erschütterungsfreie Lauf der Maschine, das Fehlen der Auspuffgase und die Einfachheit der Bedienung. Im allgemeinen kann die Dauerleistung des Elektromotors etwa 30 bis 35 % kleiner gewählt werden als die der Verbrennungsmaschine.

In Deutschland und Amerika wird fast ausschließlich der Hauptstrommotor verwandt, während England und andere Staaten dem Verbundmotor den Vorzug geben.

Der Hauptstrommotor besitzt gegenüber dem Verbundmotor den Vorteil des einfacheren Aufbaues, des leichteren Gewichtes, der geringeren Abmessungen und der größeren Billigkeit. Er wird in Deutschland vorwiegend mit ein oder zwei Shuntstufen ausgeführt, im Ausland häufig auch als Motor mit verstärktem Feld (Feldschwächung bis 25 %). Infolge der größeren Zahl wirtschaftlicher Fahrstufen ist der Arbeitsverbrauch im Vergleich zum Normalmotor etwas günstiger. Die größere Feldregelung hat aber ein größeres Motorgehäuse und damit auch ein höheres Motorgewicht zur Folge (+ 40 bis 50 %).

Der Verbundmotor kann im Gegensatz zum Hauptstrommotor auf einfache Weise zur Nutzbremsung herangezogen werden[17]). Für seine elektrische Auslegung bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

a) Motor mit starkem Nebenschlußfeld[18]) und sehr tief liegender Drehzahl bei vollem Feld (Obus in Lüttich). Der Rückgewinn ist größer als bei der Ausführung b); die Vorteile werden aber durch eine Reihe von Nachteilen — hohes Gewicht[19]), große Abmessungen, Unmöglichkeit der Fahrt mit Auslauf[20]), größere Unterhaltungskosten — mehr als aufgewogen;

b) Motor mit schwachem Nebenschlußfeld und Drehzahl wie der Hauptstrommotor (Obus in London)[21]). Gewicht und Abmessungen dieses Motors nähern sich dem Hauptstrommotor, die Fahrt mit Auslauf ist möglich, der Rückgewinn wird aber entsprechend geringer.

Wegen der zusätzlichen Beanspruchungen während der Nutzbremsung muß die Dauerleistung des Verbundmotors um etwa 20 bis 25 % (300 m Halteabstand) größer gewählt werden als die des Hauptstrommotors mit elektrischer Kurzschlußbremsung.

Bei gleichen Abbremsgeschwindigkeiten liegt der Stromrückgewinn (in kWh) wegen des höheren Bewegungswiderstandes um etwa 20 bis 30 % niedriger als bei der Straßenbahn. Bezogen auf die Stromaufnahme beim Anfahren und Fahren kann bei ebenen Halteabständen von 200 bis 500 m mit etwa 8 bis 15 % gerechnet werden. Die Ersparnis ist aber sehr viel geringer, wenn sie auf den Stromverbrauch beim Hauptstrommotor bezogen wird, der auf alle Fälle die kleinste Stromaufnahme besitzt. Vergleichsversuche in London haben gezeigt, daß der Stromverbrauch beim Verbundmotor nur um 1,6 % niedriger liegt als der des Hauptstrommotors mit Feldregelung[22]).

Bei Vergleichen müssen die Motoren denselben verkehrstechnischen Bedingungen und auch den gleichen Beanspruchungen unterworfen sein und die gleichen Sicherheiten aufweisen. Das letztere ist aber, wie Töfflinger[23]) mit Recht ausführt, nur dann der Fall, wenn der Verbundmotor mit einem Reihenschlußmotor verglichen wird, dessen Feld bis zum gleichen Rundfeuersicherheitsgrad geschwächt ist. In ausländischen Vergleichen[24]), die sich auf den Reihenschlußmotor ohne Feldschwächung beziehen, wird also die sicherere Maschine, der Hauptstrommotor, schlechter beurteilt, weil auf die Feldschwächung als wirksames Mittel zur Herabsetzung des Stromverbrauchs[25]) verzichtet wird.

Mit Rücksicht auf die Beanspruchung der Motoren und der mechanischen Übertragungsteile[26]) muß die Bremsverzögerung bei der Nutzbremsung auf den Wert der Anfahrbeschleunigung (etwa 1,2 m/s²) beschränkt werden. Die Nutzbremsung kann somit nicht als Ersatz für die sonst üblichen Bremseinrichtungen (Druckluftbremse usw.) gelten, da sie die Vorschriften der Reichsstraßenverkehrsordnung nicht erfüllt[27]).

Wenn auch im allgemeinen der Stromrückgewinn beim Obus in bescheidenen Grenzen bleiben wird, so sind doch die Vorteile, die der Verbundmotor bietet, die elastische Fahrweise[28]), die von keiner anderen Antriebsart erreicht wird, die Ersparnis an Bremsbelägen, besonders im bergigen Gelände usw., nicht zu unterschätzen. Ein Versuch mit Verbundmotoren auch in Deutschland, der sicher zur Klärung einer Reihe heute noch offener Fragen beitragen würde, wäre auf alle Fälle zu empfehlen.

(Schluß folgt.)

[15]) Vgl. F. Lehner, Verkehrstechnik 17 (1936) S. 21.
[16]) 1,7fache Stundenleistung: 1 min,
2 „ „ stoßweise. Vgl. VDE 0535/1930 R.E.B.
[17]) Durchtreten des Fußhebels: Beschleunigen und Fahren, Zurücknehmen des Fußhebels: Verzögern. In Lüttich wird der Verbundmotor durch zwei Fußhebel gesteuert (Regelung der Ankerwiderstände und der Feldschwächung durch je einen Fußhebel).
[18]) Infolge ungleicher Stromaufnahme bei der Parallelschaltung (flache Kennlinie) nicht ohne weiteres zur Reihen-Parallel-Schaltung geeignet.
[19]) Gegenüber dem Reihenschlußmotor mit hoher Drehzahl: 50 bis 70% schwerer als der Einfachmotor und 35 bis 50% schwerer als der Doppelmotor gleicher Leistung.
[20]) Bedingt einen größeren Stromverbrauch als eine Fahrt mit Auslauf.
[21]) R. Spies, ETZ 57 (1936) S. 117.
[22]) Transport Wld. (1936) S. 298 und Electr. Rev. 118 (1936) S. 940; Electr. Bus Tram J. 75 (1936) S. 229. Pass. Transp. J. 76 (1937) S. 329.
[23]) Verkehrstechnik 18 (1937) S. 38.
[24]) Transport Wld. (1936) S. 137.
[25]) Stromverbrauch bei 300 m Halteabstand: ohne Shuntung 100%, mit 50% Shuntung 83 bis 90%
[26]) Electr. Bus Tram J. 75 (1936) S. 230: Die Schneckenwellenlager, die für die Anfahrt im Bereich der hohen Geschwindigkeiten reichlich bemessen sind, werden bei der Nutzbremsung bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beansprucht. Vgl. dort auch Abb. 9.
[27]) 2,5 m/s² bei besetztem Wagen. Vgl. Ausführungsanweisung zur RStrVO. Zum § 19, Abs. 1.
[28]) Infolge der Induktivität der Nebenschlußfelder erfolgt das Anfahren sehr weich. Die Hauptstromwicklung wirkt beim Bremsen dämpfend.

Zum Problem des Kugelblitzes.

551.594.223

Der Kugelblitz ist, obwohl zahlreiche Beobachtungen über ihn vorliegen[1]), physikalisch noch nicht erklärt. Neugebauer stellt nun eine neue Arbeitshypothese auf, daß nämlich der Kugelblitz aus einem Linienblitz (Initialblitz) entsteht, und untersucht theoretisch die Frage, unter welchen Bedingungen eine aus freien Elektronen und Ionen bestehende Gaskugel von selbst längere Zeit zusammenhalten kann. Er zeigt mathematisch, daß dieses Zusammenhalten bewirkt werden kann durch die sog. quantenmechanischen Austauschkräfte, deren Berücksichtigung schon zur Klärung der Frage der chemischen Bindung und der Metalltheorie geführt hat. Bedingung für das Zusammenhalten ist, daß die Elektronendichte die Größenordnung der Gasdichte bei Atmosphärendruck besitzt, was bei stromstarken Blitzen ohne Zweifel möglich ist. Die Unterschiede zwischen schwebendem und anliegendem Kugelblitz und weitere beobachtete Einzelheiten werden aus diesem Modell erklärt. [Entscheidende Fragen aber bleiben unbeantwortet. Die große Seltenheit der Kugelblitze wird keineswegs verständlich gemacht, und die Frage der Wiedervereinigung von Elektronen und positiven Ionen kann nicht in so einfacher Weise behandelt werden, wie es Neugebauer tut. Alles in allem ein interessanter theoretischer Versuch, aber keineswegs die Klärung der Erscheinung des Kugelblitzes. D. Ber.] [Th. Neugebauer, Z. Phys. 106 (1937) S. 474; 10½ S., 0 Abb.] *Fkg.*

[1]) Vgl. W. Brand, Der Kugelblitz. Hamburg: H. Grand 1923.

Digitized by Google

Oszillograph und Beobachter in einer Kugel bei 1 Million Volt gegen Erde.

(Mitteilung aus dem Institut für Starkstrom- und Hochspannungstechnik der T. H. Dresden.)

Von L. Binder VDE, Dresden.

621. 317. 728. 027. 7

Es gibt eine ganze Reihe von Verfahren, um auch bei Versuchen mit höchsten Spannungen die Höhe der angewendeten Spannung und ihren Verlauf, beispielsweise mit dem Oszillographen, zu bestimmen. Die Meßgeräte befinden sich dabei ebenso wie der Beobachter ungefähr auf Erdpotential. Anders liegen die Dinge, wenn es sich darum handelt, den Strom in einer unter hoher Spannung gegen Erde stehenden Leitung zu messen. Bei periodischen Vorgängen kann man zwar mittels eines Stromwandlers auch den Strom niederspannungsseitig abbilden. Dieser Weg ist aber in steigendem Maße mit Ungenauigkeiten behaftet, wenn man zu immer höheren Frequenzen übergeht; für stoßartig verlaufende Vorgänge versagt das Verfahren überhaupt.

Es erschien daher nützlich zu untersuchen, ob es möglich sein würde, auch bei den heutzutage vorkommenden Spannungen von einigen Millionen Volt den Oszillographen und den Beobachter auf Hochspannungspotential arbeiten zu lassen, so daß der Stromverlauf unmittelbar aufzunehmen wäre. Von vornherein konnte kein Zweifel darüber bestehen, daß für statische Verhältnisse ein Faradayscher Käfig auch bei höchsten Spannungen Schutz bieten würde. Im Versuchsfeld muß aber damit gerechnet werden, daß es doch zu Überschlägen nach Erde kommt; außerdem sollen ja häufig gerade Entladungsvorgänge nach Erde studiert werden. Erfahrungsgemäß gehen diese nicht selten mit großer Heftigkeit vor sich; die Stoßanlagen, große Kugeln und Prüfkörper weisen nicht unerhebliche Kapazität auf, so daß sich beim Überschlag Knatterfunken von mehreren Meter Länge ausbilden können. Solche Funken führen zu Spannungsniederbrüchen mit steiler Stirn, die selbst Gebilde von wenigen Metern Ausdehnung in Eigenschwingungen versetzen können. Ein Käfig weist dann nicht mehr an allen Punkten das gleiche Potential auf; insbesondere an den ins Innere des Käfigs eingeführten Meßdrähten müssen erhebliche Spannungsunterschiede auftreten. Ob hierdurch oder durch physiologische Einwirkungen besonderer Art eine Gefährdung des Beobachters eintreten könnte, war nicht ohne weiteres zu übersehen. Aus der Versuchspraxis weiß man, daß Stoßspannungen trotz ihrer kurzen Dauer als sehr schmerzliche Schläge im Körper empfunden werden.

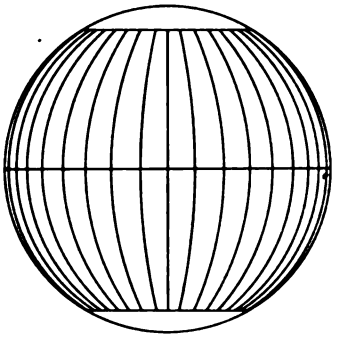


Abb. 1. Skelett der Kugel.

Um mit wenig Kosten einen Vorversuch ausführen zu können, wurde eine Kugel von 2,5 m Dmr. hergestellt, bestehend aus gepreßten Eisenblechkalotten mit eingeschweißten Meridianstäben (s. Abb. 1) aus 8 mm Rundeisen. Die Stäbe hatten am Äquator 8 cm lichten Abstand; es konnte angenommen werden, daß bei diesem geringen Abstand ein nennenswerter Durchgriff nicht mehr vorhanden sei. Zum Nachweis wurde nahe an der Wand (einige cm Abstand) eine Glimmröhre aufgehängt; sie sprach überraschenderweise bei hohen Spannungen an. Um jeder Gefahr zu begegnen, wurde daher die durchbrochene Fläche zwischen den Kalotten vollständig mit einem engmaschigen Drahtgewebe bezogen. Solche Gewebe können als ebene Gebilde in eine Kugelfläche übergeführt werden, ohne daß sich Falten einstellen, weil die ursprünglich senkrecht zueinander verlaufenden Drähte eine Winkelverstellung mitmachen können.

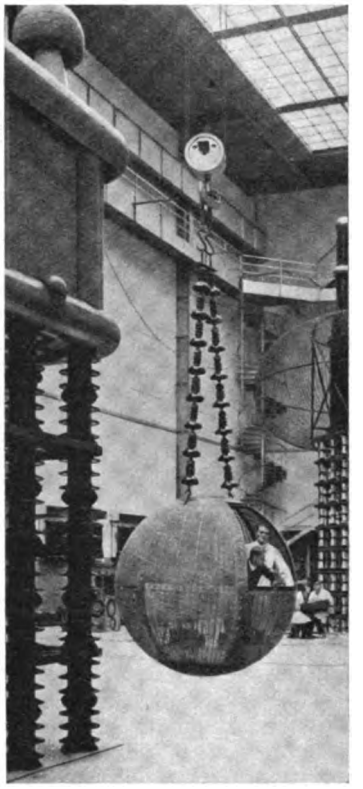


Abb. 2. Kugel isoliert am Kran, geöffnet.

Wie Abb. 2 zeigt, war ein Teil der oberen Kugelhälfte aushebbar eingerichtet, damit die Beobachter einen bequemen Zugang hatten und auch die Geräte gut einbringbar waren. Nach Anbringung des Drahtgewebes sprach die Glimmlampe nicht mehr an. Es wurde auch geprüft, ob bei Überschlägen etwa zwischen den Polen Spannung auftritt; eine zwischen diese Punkte eingeschaltete und mit dem Fernrohr beobachtete Mikrometerfunkenstrecke sprach nicht an. Als erster wollte Dr.-Ing. Contius an sich erproben, ob Einwirkungen auf den Körper zu verspüren wären. Die Kugel mit Beobachter wurde zunächst in geringem Abstand vom Erdboden allmählich unter Spannung gesetzt, bis Überschlag eintrat. Da störende Erscheinungen sich nicht zeigten, vergrößerte man den Abstand und die zugehörige Überschlagsspannung immer weiter, bis diese schließlich 1 Million V betrug. Auch bei dieser Spannung meldete der Beobachter noch keine Erscheinung, die als Warnung dienen mußte.

Die Kugel hat seitdem gute Dienste getan bei der Entwicklung eines Meßwiderstandes für 1 Million V, bei der Aufnahme von Schaltschwingungen eines Nadelgleichrichters und bei der Erforschung von Raumladefunken.

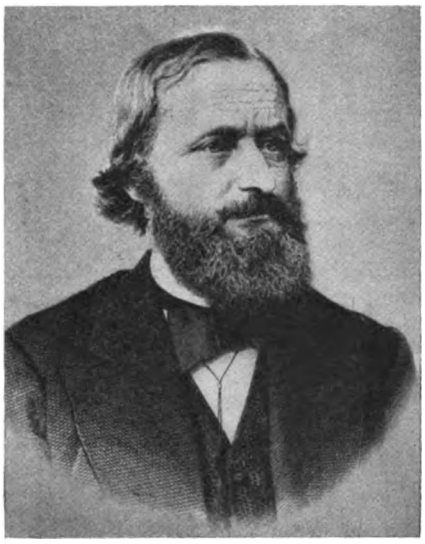
Digitized by Google

Gustav Robert Kirchhoff.

Zum Gedächtnis der 50. Wiederkehr seines Todestages am 17. Oktober 1937.

Von Hans Schimank, Hamburg.

Größe und Kraft der genialen Anlage eines Volkes äußern sich in der Vielfalt der schöpferischen Gestalter, die es hervorzubringen vermag, und nur bei sehr einseitiger Betrachtung gewinnt es den Anschein, als folge auf die Zeitspanne künstlerischer oder philosophischer Hochblüte der Abstieg zu Jahrzehnten bloßer Nachfahrenschaft. In Wahrheit vollzieht sich jedoch lediglich ein Wechsel in der Erscheinungsform, und an Stelle der Kunst sind es nun Wissenschaft oder Politik, in deren Bereich die jungen Geister Raum zur Entfaltung ihrer Fähigkeiten suchen und finden. Noch vor der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde in Deutschland das Zeitalter großer deutscher Dichtung und Philosophie abgelöst durch ein nicht minder glänzendes Zeitalter der Forschung und insbesondere der Naturforschung. Die Krupp und Siemens, Gauß, Liebig und Wöhler erwarben dem deutschen Namen höhere Ehre und größeres Ansehen als der ganze, damals recht starke Troß der Dichterlinge und philosophierenden Literaten.



G. Kirchhoff.

Zu den Trägern dieser starken Bewegung gehört auch Gustav Robert Kirchhoff, der als Sohn eines angesehenen Justizrates am 12. 3. 1824 zu Königsberg i. Pr. geboren wurde. Ebenso wie seine beiden älteren Brüder durchlief er dort die Klassen des Kneiphöfischen Gymnasiums, das er 1842 mit dem Zeugnis der Reife verließ, um Chemie zu studieren. Es war das gleiche Jahr, in dem der Heilbronner Arzt Julius Robert Mayer das Gesetz von der Erhaltung der Energie zum ersten Male in klarer Erkenntnis der darin liegenden Bedeutung aussprach.

Dem Einfluß Franz Neumanns, des besten Vertreters der mathematischen Physik, über den Deutschland damals verfügte, ist es zuzuschreiben, daß der junge Kirchhoff alsbald seinen ursprünglichen Plan aufgab, um sich „ganz auf die Physik zu legen, wenn das auch langweilige Beobachtungen und noch langweiligere Rechnungen mit sich bringt". Er tat es mit so viel Erfolg, daß er bereits sechs Jahre später (1848) sich als Privatdozent in Berlin zu habilitieren vermochte, von wo er 1850 einem Rufe als außerordentlicher Professor der Physik nach Breslau folgte, um dann 1854 nach Heidelberg überzusiedeln. Mehr als zwei Jahrzehnte wirkte er dort als Lehrer und Forscher, dann entschloß er sich, dem dritten Rufe, der von Berlin aus an ihn erging, Folge zu leisten. Noch ein volles Jahrzehnt fruchtbarer Tätigkeit war ihm hier beschieden, ehe er sich mit Ablauf des Wintersemesters 1886 genötigt sah, seine Vorlesungstätigkeit aufzugeben. Am 17. 10. 1887 beendete ein sanfter Tod das Leben des rastlos tätigen Mannes.

Kirchhoffs früheste wissenschaftliche Veröffentlichung berichtet auf Grund theoretischer Überlegungen und versuchsmäßiger Nachprüfung der erhaltenen Ergebnisse „über den Durchgang des elektrischen Stromes durch eine Ebene, insbesondere eine kreisförmige". Die Untersuchung wurde auf Anregung von Neumann unternommen, auf dessen Anraten Kirchhoff sie auch in etwas erweiterter Form als Doktordissertation benutzte. Sie enthält bereits die beiden Sätze über Stromverzweigungen, die seitdem Kirchhoffs Namen führen und die hier in allgemeinerer Weise abgeleitet und ausgesprochen sind als bei Ohm, der schon fast zwei Jahrzehnte früher den wesentlichen Inhalt dieser Regeln erkannt und dargelegt hatte. Vielleicht sollte man in gerechter Würdigung der Verdienste beider deutschen Physiker von den Ohm-Kirchhoffschen Gesetzen sprechen; aber ohne Zweifel stammt die Gestalt, in der wir uns ihrer zu bedienen pflegen, erst von Kirchhoff, der sie in einer Anmerkung zu der soeben erwähnten Arbeit (in Poggendorffs Annalen der Physik, Bd. 64, 1846) ausspricht.

In einer ganzen Reihe von Arbeiten hat sich Kirchhoff auch späterhin noch mit Fragen der Elektrizitätsleitung beschäftigt und die Anwendbarkeit der Formeln auch für „Systeme, die zum Teil aus nicht linearen Leitern bestehen", nachgeprüft (1848). Er hat ferner (1849) „eine Ableitung der Ohmschen Gesetze, welche sich an die Theorie der Elektrostatik anschließt" gegeben und bei dieser Gelegenheit die unzutreffende Annahme Ohms, daß „die Elektrizität in einem Leiter sich in Ruhe befindet, wenn sie den Rauminhalt desselben mit gleichmäßiger Dichtigkeit erfüllt", durch die passendere Auffassung eines stationären Gleichgewichtszustandes der strömenden Elektrizität ersetzt. Im gleichen Jahre hatte er auch anläßlich einer „Bestimmung der Konstanten, von welcher die Intensität induzierter elektrischer Ströme abhängt", ein Versuchsverfahren entwickelt, mit dessen Hilfe später von anderer Seite eine Widerstandsbestimmung in absolutem Maße möglich wurde. Besonders bemerkenswert sind aber zwei Arbeiten „über die Bewegung der Elektrizität in Drähten", die 1857 veröffentlicht wurden. Es ergab sich, daß für den Fall kleinen Leitungswiderstandes „sich die Elektrizität in dem Drahte ähnlich fortpflanzt wie eine Welle in einer gespannten Saite, und zwar mit der Geschwindigkeit, die das Licht im leeren Raum hat". Für den entgegengesetzten Grenzfall, dem man sich um so mehr nähert, je größer der Widerstand des Drahtes wird, gelangt man dagegen zu „einer Gleichung, die von derselben Form wie diejenige ist, welche die Fortpflanzung der geleiteten Wärme bestimmt", man wird also mit andern Worten wieder zu demjenigen Punkte zurückgeführt, von dem Ohm ursprünglich bei seinen theoretischen Erwägungen ausgegangen war. Im übrigen war, wie wir aus einer Be-

Digitized by Google

merkung Poggendorffs wissen, bezüglich der Ausbreitung elektrischer Zustandsänderungen mit Lichtgeschwindigkeit auch Wilhelm Weber zur selben Zeit wie Kirchhoff zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt.

Einem wesentlich späteren Zeitraume gehören die Untersuchungen „zur Theorie des Kondensators" an, in denen unter Benutzung des Verfahrens der konformen Abbildung die Theorie des Plattenkondensators, die Clausius nur für den Fall unendlich dünner Platten hatte entwickeln können, für Platten von endlicher Dicke durchgeführt wird. Die Mitteilung darüber stand 1877 in den Monatsberichten der Berliner Akademie der Wissenschaften, in denen sich wenig später auch ausführliche und über William Thomsons Ansätze hinausführende Darlegungen „zur Theorie der Bewegung der Elektrizität in unterseeischen oder unterirdischen Telegraphendrähten" finden. Schon etwas früher (1870) hatte sich Kirchhoff mit einer anderen für die Elektrotechnik wichtigen Frage beschäftigt. In einer Abhandlung mit dem Titel „Zur Theorie des in einem Eisenkörper induzierten Magnetismus" behandelt er den Fall des Pacinottischen Ringes, „eines Ringes oder ... Rotationskörpers (aus Eisen), der von der Rotationsachse nicht getroffen wird ... (und) der durch einen elektrischen Strom magnetisiert ist, dessen Windungen einen den Eisenkörper umschließenden, hohlen Ring bilden, der mit diesem eine gemeinschaftliche Rotationsachse hat."

Anläßlich hydrodynamischer Untersuchungen „über die Kräfte, welche zwei unendlich dünne, starre Ringe in einer Flüssigkeit scheinbar aufeinander ausüben können", gelangte Kirchhoff zu äußerst merkwürdigen Ergebnissen. Er fand nämlich, daß in einer unzusammendrückbaren und reibungslosen Flüssigkeit „die beiden Ringe scheinbar Kräfte aufeinander ausüben, die denjenigen gleich sind, mit welchen sie aufeinander wirken würden, wenn zwei elektrische Ströme in ihnen flössen". Gestützt auf das Ergebnis dieser Rechnung und die Untersuchungen von Bjerknes über die wechselseitige Anziehung und Abstoßung pulsierender Kugeln hat man sich bekanntlich lange Zeit bemüht, die elektrischen Vorgänge auf eine Art Hydromechanik des Weltäthers zurückzuführen, bis man allmählich das Fruchtlose derartiger Bestrebungen einsehen lernte. Man darf vielleicht behaupten, daß selbst hierzu Kirchhoff beigetragen hat, indem er in der Einleitung zum 1. Bande seiner „Vorlesungen über mathematische Physik" (1876) erklärte:

„Man pflegt die Mechanik als die Wissenschaft von den Kräften zu definieren, und die Kräfte als die Ursachen, welche Bewegungen hervorbringen oder hervorzubringen streben. Gewiß ist diese Definition bei der Entwicklung der Mechanik von dem größten Nutzen gewesen, ... aber ihr haftet die Unklarheit an, von der die Begriffe der Ursache und des Strebens sich nicht befreien lassen .... Bei der Schärfe, welche die Schlüsse in der Mechanik sonst gestatten, scheint es mir wünschenswert, solche Dunkelheiten aus ihr zu entfernen, auch wenn das nur möglich ist durch eine Einschränkung ihrer Aufgabe. Aus diesem Grunde stelle ich es als die Aufgabe der Mechanik hin, die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen zu beschreiben, und zwar vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben. Ich will damit sagen, daß es sich nur darum handeln soll, anzugeben, welches die Erscheinungen sind, die stattfinden, nicht aber darum, ihre Ursachen zu ermitteln."

Gerade diese rein phänomenologische Betrachtungsweise der physikalischen und physikochemischen Geschehensabläufe hat sich in der Forschung aufs beste bewährt, und wir haben es ihr zu danken, wenn wir heute einen weit klareren Einblick in das Verfahren wissenschaftlicher Begriffsbildung besitzen als frühere Zeiten und nicht mehr in Gefahr geraten, ein wertvolles Hilfsmittel zur Ordnung unseres Wissensbestandes unzulässigerweise zur Grundlage einer rein stofflich denkenden, materialistischen Weltanschauung zu machen.

Mit Rücksicht auf den Raum müssen wir es uns versagen, auch auf die belangvollen Arbeiten Kirchhoffs aus anderen Gebieten, z. B. Thermodynamik und Elastizitätstheorie, einzugehen. Aber einer Arbeit muß noch gedacht werden, die an nachhaltiger Bedeutung die anderen übertrifft: die Entdeckung des Grundgesetzes der Temperaturstrahlung.

„Bei Gelegenheit einer von Bunsen und mir ... ausgeführten Untersuchung über die Spektren farbiger Flammen", so heißt es 1859 in der kurzen Mitteilung „Über die Fraunhoferschen Linien" in den Monatsberichten der Berliner Akademie, „(einer Untersuchung), durch welche es uns möglich geworden ist, die qualitative Zusammensetzung komplizierter Gemenge aus dem Anblick des Spektrums ihrer Lötrohrflamme zu erkennen, habe ich einige Beobachtungen gemacht, welche einen unerwarteten Aufschluß über den Ursprung der Fraunhoferschen Linien geben und zu Schlüssen berechtigen von diesen auf die stoffliche Beschaffenheit der Atmosphäre der Sonne und vielleicht auch der helleren Fixsterne."

Klar ist in diesen Worten zum Ausdruck gebracht, was wir als besonderes Verdienst Kirchhoffs bei der Entdeckung der Spektralanalyse anzusehen haben: die Erweiterung ihrer Anwendung auf astrophysikalische Fragen. Die Anregung zu der gemeinschaftlichen Untersuchung ging hingegen von Bunsen aus, dem es ursprünglich darum zu tun war, den schon früher bemerkten und benutzten Unterschied der Flammenfärbung beim Einbringen verschiedener Salze zu einem brauchbaren Teilverfahren der analytischen Chemie zu entwickeln. Er bediente sich dabei zur Farbtrennung zunächst lichtfilternder Farbgläser und Farblösungen, bis Kirchhoff, als er von diesen Bemühungen hörte, die prismatische Zerlegung des Lichtes als ungleich wirkungsvolleres Hilfsmittel vorschlug.

Die Grundlegung einer wahrhaft kosmischen Physik und Chemie konnte aber erst erfolgen, nachdem Kirchhoff erkannt und durch Versuche bestätigt hatte, „daß für Strahlen derselben Wellenlänge bei derselben Temperatur das Verhältnis des Emissionsvermögens zum Absorptionsvermögen bei allen Körpern dasselbe ist". Als einfache Folgerung aus diesem Satze ergab sich sogleich, „daß die dunklen Linien des Sonnenspektrums, welche nicht durch die Erdatmosphäre hervorgerufen werden, durch die Anwesenheit derjenigen Stoffe in der glühenden Sonnenatmosphäre entstehen, welche in dem Spektrum einer Flamme helle Linien an demselben Orte erzeugen." Aber mit dieser astrophysikalischen Anwendung ist die Bedeutung des Kirchhoffschen Strahlungsgesetzes ja keineswegs erschöpft. Es wurde vielmehr zum Ansatzpunkte für eine ganze Reihe von Forschungen, die in ihrem Endergebnis zur einwandfreien versuchsmäßigen und theoretischen Festlegung des Gesetzes für die Strahlung schwarzer Körper und damit auch der Grundlagen der Hochtemperaturmessung führten.

Am Schlusse unserer kurzen Würdigung Kirchhoffs möge das Urteil stehen, das einer seiner Zeitgenossen, der Physiker Boltzmann, fällte. Er bezeichnet Kirchhoffs Art der Darstellung als ein Musterbeispiel „der deutschen Behandlungsweise mathematisch-physikalischer Probleme" und faßt seine Darlegungen in die Worte: „Ihn charakterisiert die schärfste Präzisierung der Hypothesen, feine Durchfeilung, ruhige, mehr epische Fortentwicklung mit eiserner Konsequenz ohne Verschweigung irgendeiner Schwierigkeit, unter Aufhellung des leisesten Schattens. ... Wer in Zweifel zieht, daß mathematische Werke künstlerisch schön sein können, der lese seine Abhandlung über Absorption und Emission oder den der Hydrodynamik gewidmeten Abschnitt seiner Mechanik."

Digitized by Google

Die 4. Tagung des Zwischenstaatlichen Beratenden Ausschusses für den Funkbetrieb (CCIR) in Bukarest.

621. 396 (063)

In Bukarest tagte in der Zeit vom 21. 5. bis 8. 6. 1937 zum 4. Male der Zwischenstaatliche Beratende Ausschuß für den Funkbetrieb.

Zur Erörterung standen 20 Fragen. Von diesen hatte Deutschland sechs zusammenfassend bearbeitet und zu fast allen anderen Beiträge geliefert.

Das Arbeitsgebiet der Tagung umfaßte folgende Hauptgruppen:

1. Eigenschaften des Strahlungsfeldes und Wellenausbreitung.

Zur Frage der Ausbreitung der elektrischen Wellen (Frage 7) waren von verschiedenen Verwaltungen, darunter auch von Deutschland, aufschlußreiche Beiträge geliefert worden. Ein zusammenfassender Bericht hierüber soll noch vor Beginn der Weltnachrichtenkonferenz in Kairo gefertigt und an die Verwaltungen verteilt werden.

Die Messung der Zeichenfeldstärke und der Geräusche im Strahlungsfeld (Frage 14) erfordert eine Vereinheitlichung der Meßverfahren, damit die in den einzelnen Ländern gewonnenen Meßergebnisse verglichen werden können. Auf Grund der vorliegenden Beiträge konnten jedoch noch keine bestimmten Verfahren empfohlen werden. Die Frage wird daher noch weiter geprüft.

Von Wichtigkeit für die beweglichen Dienste (Schiffahrt, Luftfahrt) ist die Frage der Eignung der verschiedenen Wellen für die Funkpeilung (Frage 8). Für die Wellen unter 150 kHz (über 2000 m) liegen schon ausreichende Erfahrungen vor. Doch erscheint es zweckmäßig, für den Wellenbereich von 150 bis 600 kHz (2000 bis 500 m) noch weitere Unterlagen zu sammeln und auch die Grenzwellen (1500 bis 3000 kHz) auf ihre Brauchbarkeit für die Funkpeilung weiter zu untersuchen.

2. Technische Grundlagen für Funksender.

Die zulässigen Toleranzen für die Stärke der Oberwellen (Frage 2) waren bisher nur für feste Funkstellen und für Oberwellen mit einer Frequenz unter 3000 kHz (über 100 m) festgesetzt worden. Es wurden nun auch für die Oberwellen mit einer Frequenz über 3000 kHz (unter 100 m) Bedingungen aufgestellt.

Die Wirksamkeit der schwundmindernden Rundfunkantennen (Frage 10) ist, hauptsächlich durch die deutschen, amerikanischen und schweizerischen Arbeiten, genügend bekannt. Auf Grund der günstigen Erfahrungen empfiehlt das CCIR die Verwendung solcher Antennen und weist insbesondere auf die guten Ergebnisse mit hohen Vertikalantennen hin.

Die Frage der Anwendung des Sendeverfahrens mit Trägerwelle und nur einem Seitenband im Rundfunk (Frage 11) wurde übereinstimmend dahin beurteilt, daß die vollständige Unterdrückung eines Seitenbandes im Rundfunk nicht zulässig ist. Es sollen jedoch Sendeverfahren geprüft werden, bei denen nur ein Teil des Seitenbandes unterdrückt wird. Die Untersuchungen sollen auch, und zwar für das Funkfernsprechen und das Fernsehen, ausgedehnt werden auf Verfahren, bei denen außer dem Seitenband auch die Trägerwelle ganz oder teilweise unterdrückt wird.

3. Technische Grundlagen für Funkempfänger.

Um die in den einzelnen Ländern benutzten Empfänger hinsichtlich ihrer Trennschärfe (Frage 1) nach gemeinsamen Gesichtspunkten beurteilen zu können, müssen die Meßverfahren möglichst vereinheitlicht werden. Gegenwärtig können noch keine bestimmten Verfahren als ausschließlich geeignet angesehen werden. Für Empfänger, die im normalen Betrieb hohen Feldstärken ausgesetzt sind, wird ein Meßverfahren mit „2 Frequenzen" empfohlen. Das Studium dieser Frage wird fortgesetzt.

Für die Bewertung der Eigengeräusche in den Empfängern (Netzgeräusche, Widerstandsrauschen, Eigenrauschen der Röhren) (Frage 17) wurden Richtlinien angegeben, und zwar sollen die Störgeräusche durch den Wert ihrer akustischen Lautstärke am Lautsprecher oder auch durch den Wert der entsprechenden Spannung an den Ausgangsklemmen des Empfängers gemessen werden. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

4. Zusammenwirken der verschiedenen Teile einer Funkverbindung.

In der Frage, welche Mindestempfangsfeldstärke in den verschiedenen Fällen für den Empfang (Frage 9) erforderlich ist, kam das CCIR zu dem Ergebnis, daß für alle Fälle gültige Angaben nicht gemacht werden können, hält es aber für möglich und vorteilhaft, Anhaltspunkte für diejenigen Zonen der Erde zu geben, in denen genügend Messungen durchgeführt wurden. Für weitere Untersuchungen sind Richtlinien aufgestellt.

Im Hinblick auf die bevorstehende Weltnachrichtenkonferenz war die 1932 im Madrid aufgestellte Übersicht der Frequenztoleranzen und der Unbeständigkeiten einer Nachprüfung unterzogen worden (Frage 20). Die Ansichten über die zulässigen Werte gingen jedoch, namentlich für die beweglichen Dienste, zum Teil weit auseinander. Man einigte sich schließlich dahin, daß für neue Sender, die ab 1. 1. 1939 eingebaut werden, verschärfte Forderungen gelten sollten.

Die Empfehlungen zur Frage des zwischen zwei Rundfunksendern einzuhaltenden Frequenzabstandes (Frage 4) gehen davon aus, daß eine gute und getreue Wiedergabe erzielt werden kann, wenn die Hörfrequenzen bis 7500 Hz übertragen werden. Erreichen jedoch die Störgeräusche am Empfangsort die Größenordnung der Nutzfeldstärke, dann bringt eine Übertragung von Hörfrequenzen über 5000 Hz keine merkliche Verbesserung mehr. Es wird ein Frequenzabstand der Sender von 20 kHz vorgeschlagen, wenn man Hörfrequenzen bis 7500 Hz übertragen will. Der Frequenzabstand kann aber kleiner sein, wenn die Sender genügend weit auseinander liegen. Für den Kurzwellenrundfunk wird ein Frequenzabstand von 10 kHz für ausreichend gehalten.

Der Gleichwellenrundfunk (Frage 3) wurde, nicht zum wenigsten durch die deutsche Entwicklungsarbeit, in den letzten Jahren so vervollkommnet, daß das CCIR zur besseren Wellenausnutzung jetzt seine weiteste Anwendung empfiehlt, wobei die Wellen der einzelnen Sender um nicht mehr als 0,1 Hz voneinander abweichen sollen. Wird eine Welle von verschiedenen Ländern gleichzeitig benutzt, so dürfen die Sender keine größere Frequenzabweichung als $\pm$ 10 Hz besitzen.

Zur Herabsetzung der Störungen in den Gemeinschaftsbändern, d. h. in den Kurzwellenbändern, die sowohl von festen als von Küsten- und Bordfunkstellen benutzt werden (Frage 6), empfiehlt das CCIR, daß die Frequenztoleranzen streng eingehalten und die Richtlinien hinsichtlich der Unterdrückung unnötiger Nebenausstrahlungen genau beachtet werden. Ferner soll der Weltnachrichtenkonferenz in Kairo ein Vorschlag unterbreitet werden, wonach jeder Küstenfunkstelle bestimmte Hörwellen zugewiesen werden, auf denen die Schiffe anzurufen haben.

In den Jahren 1935 und 1936 haben zahlreiche Versuche stattgefunden, um das geeignetste Anrufverfahren zur Ermöglichung einer schnellen und sicheren Verbindung in den Kurzwellenbändern des beweglichen Dienstes (Frage 18) zu ermitteln. Eine einwandfreie Beurteilung der Ergebnisse ist z. Z. noch nicht möglich. Es sollen daher auf die Dauer eines Jahres weitere Versuche angestellt werden, für deren Durchführung neue Richtlinien aufgestellt wurden. Ein zusammenfassender Bericht der Ergebnisse soll noch vor der Weltnachrichtenkonferenz in Kairo an die Verwaltungen verteilt werden.

5. Vereinheitlichung, Messungen und sonstige Fragen.

Zur Vereinheitlichung der in dem technischen Schrifttum gebrauchten Bildzeichen (Frage 13) hat die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) ein das gesamte Gebiet der Elektrotechnik umfassendes Verzeichnis aufgestellt, an dem auch das CCIR mitgearbeitet hat. Die Anwendung dieser Liste von Bildzeichen wird den Verwaltungen empfohlen.

Ein Verzeichnis von Fachausdrücken in fünf Sprachen, das dem CCIR vorgelegt wurde, wurde geprüft und als Unterlage für die Herausgabe eines Wörterbuches funktechnischer Ausdrücke angenommen.

Die auf der 1. Tagung des CCIR (Haag 1929) empfohlene Einteilung der Wellen nach Frequenzen konnte sich nicht vollständig einbürgern (Frage 19). Es wurde daher eine neue Einteilung nach dem metrischen System (Kilometerwellen, Hektometerwellen, Meterwellen usw.) vorgeschlagen, die aber noch durch eine Bezeichnung nach Frequenzen (sehr tiefe, tiefe, mittlere usw.) ergänzt worden ist.

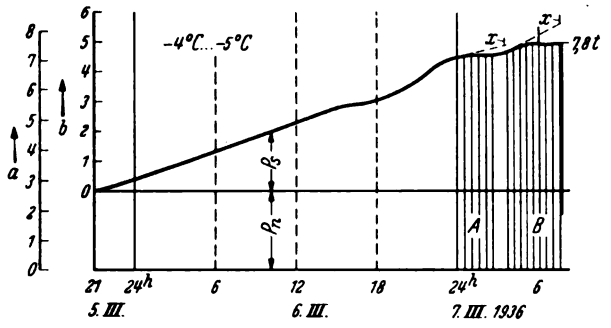
Die Beratungen auf der 4. CCIR-Tagung in Bukarest haben ihren Niederschlag in 21 Empfehlungen gefunden. 20 Fragen wurden neu aufgestellt, die bis zur nächsten Tagung bearbeitet werden müssen. Als Tagungsort für die nächste Versammlung des CCIR wurde Stockholm festgelegt. *Hln.*

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 1. 056. 5 Zwei interessante Rauhreiffälle an der 150 kV-Gotthardleitung. — Die 150 kV-Gotthardleitung überquert das Schöllenen-Tal in einer Höhe von rd. 1800 m ü. N. N. mit einer Spannweite von 1250 m. Verlegt sind 4 Bronzeseile von 230 mm² Querschnitt; davon dienen drei Seile zur Stromübertragung und ein Seil, das im Regelschaltzustand als Erdseil benutzt wird, als Aushilfsphase. Am 5. bis 7. 3. 1936 setzte sich an der Talüberspannung bei dichtem und

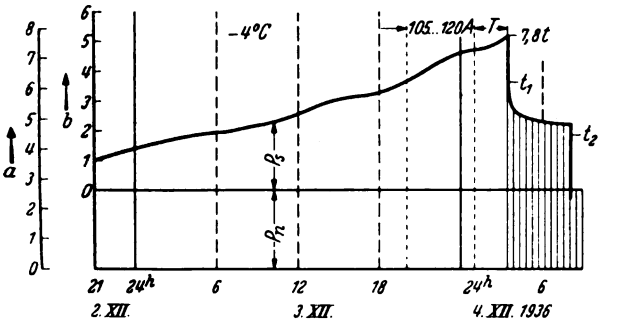


a	Maßstab für den Seilzug je Phase in t	P_z	Rauhreif-Zusatzlast, t/Seilquerschnitt
b	Maßstab für zusätzlichen Seilzug durch Eislast in t	A	Heizung mit 1 A/mm²
P_n	Regel-Seillast, t/Seilquerschnitt	B	Heizung mit 1,2 A/mm²
		x	vermutlicher Verlauf der Eislast-Kennlinie ohne Heizung

Schraffuren = Heizzeiten

Abb. 1. Zeitlicher Verlauf der Rauhreifbildung vom 5. März 1936, 21⁰⁰ bis 7. März 1936, 8⁰⁰. (Schreibstreifen des Dynamometers.)

anhaltendem Nebel, Temperaturen von — 4° bis zu — 7° C sowie mäßigem Wind Rauhreif ab. Das in einem der vier Seile eingebaute schreibende Dynamometer zeigt ein gleichmäßiges Anwachsen der Eislast während der Dauer von etwa 34 Std. (Abb. 1). In dieser Zeit steigt die Gesamt-Seilbeanspruchung von 2,6 t auf 7,8 t, was einer Eislast von 4,3 kg/m entspricht. Die Betriebshöchstlast des Leiterseiles soll aber 8 t



Die Rauhreifbildung hat am 1. Dezember gegen 20⁰⁰ begonnen
T Unterbrechung der Beheizung t_1, t_2 Eislastabwurf

Abb. 2. Eislastbildung wie in Abb. 1 in den Tagen vom 2. bis 4. Dezember 1936.

nicht überschreiten, so daß in den ersten Stunden des 7. 3. 36 die vorgesehene Kurzschlußheizung der Leiterseile durchgeführt wurde. Die Stromdichte von 1 A/mm² Seilquerschnitt bei 42 Hz führte nach zweistündiger Heizdauer noch nicht zum Ziele, weshalb der Versuch mit 1,2 A/mm² Seilquerschnitt wiederholt wurde. Nach fast vier weiteren Stunden fiel die Eislast plötzlich vollkommen ab (s. Abb. 1). Der nächste Abschmelzversuch konnte unter ähnlichen Witterungsverhältnissen am 3. und 4. 12. 1936 durchgeführt werden. Diesmal dauerte die Eisbildung rd. 55½ Std. mit einem Höchstwert des Seilzuges von gleichfalls 7,8 t (Abb. 2). Dabei wurde geprüft, ob und wie weit schon durch eine Heizung mit rd. 0,5 A/mm² die Rauhreifbildung gestört werden kann. Ob jedoch die auf Abb. 2 am 3./4. 12. 1936 gegen 24⁰⁰ zu erkennende Abflachung der Eislastkurve auf diesen Versuch zurückzuführen ist, erscheint zumindestens zweifelhaft. Nach fast 3½ Std. wurde die Heizung auf 1,45 A/mm² Seilquerschnitt verstärkt, wobei eine Entlastung um rd. die Hälfte der Zusatzlast eintrat, zweifellos durch teilweisen Eisabwurf infolge einer beobachteten Seilerschütterung herbeigeführt[1]). Der vollkommene Abwurf erfolgte nach 5 Std. (s. Abb. 2). In beiden Fällen behielt die nichtgeheizte 4. Phase den Eisbehang noch so lange, bis er durch die Witterung abgeworfen wurde.

Der sehr aufschlußreiche Bericht schließt mit der Folgerung, daß damit die Mindeststromstärke für den Eisabwurf auf der Gotthardleitung zu etwa 1,0 bis 1,5 A/mm² ermittelt sei[2]). Es wäre jedoch zu wünschen, bei weiteren Versuchsveröffentlichungen noch Genaueres über die Witterungsverhältnisse erfahren zu können. Die Windstärke ist z. B. von wesentlich größerem Einfluß auf den Heizbedarf zum Eisabschmelzen als die Temperatur. Außerordentlich beachtlich aber ist die wohl erstmalige Durchführung der versuchsmäßigen Feststellung des zeitlichen Verlaufs der Eisbehangbildung an einer wirklichen Leitung durch den schreibenden Seilzugmesser, die zu den Erkenntnissen in dieser Frage[3]) wesentlich beiträgt.

Die eigentliche Meßeinrichtung selbst wird in einer besonderen Veröffentlichung kurz beschrieben. Ein Federdynamometer ist mit einem elektrischen Stellungsanzeige-Ferngeber in ein Stahlgußgehäuse wasserdicht eingekapselt. Die Verbindung von diesem Sender zum rd. 1400 m entfernt aufgestellten Empfänger erfolgt über einen Schutztransformator durch eine Fernsprechleitung in Duplex-Schaltung. Gespeist wird die Fernmeßanlage mit Wechselstrom 145 Hz, um die Beeinflussung durch vagabundierende Ströme der Betriebsfrequenz von 50 Hz und $16^2/_3$ Hz auszuschließen. [P. Gervasoni, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 161; 3¼ S., 8 Abb.; ferner R. Grezet, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 261; 1 S., 5 Abb.] *Kd.*

621. 311. 23 Kraftwerksbetrieb mit Faulgas. — Die Stadtentwässerung Berlin nahm im Jahre 1928 in Waßmannsdorf eine Zentral-Vorkläranlage in Betrieb, auf der erstmalig in größerem Umfange das Faulgas, das bei der Ausfaulung des in den Berliner städtischen Abwässern enthaltenen Schlammes entsteht, als Treibstoff für größere Gasmotoren zum Antrieb von Pumpen verwendet wurde. Anläßlich der Umstellung der Vorkläranlage zu einem biologischen Klärwerk im Jahre 1934/35 mußte das bisherige Zwischenpumpwerk zu einem Kraftwerk zur Deckung des gesamten durch den Umbau notwendig gewordenen Energiebedarfs umgestaltet werden. Der bisherige 100 kVA-Fremdstromanschluß an die Märkischen Elektrizitätswerke AG. für den Strombedarf der kleineren Elektromotoren und die Lichtversorgung wurde stillgelegt und durch eine Eigenerzeugungsanlage ersetzt. Durch die Umstellung zu einem biologischen Klärwerk hätte der Fremdstromanschluß für den neuen, um ein Vielfaches größeren Strombedarf entsprechend vergrößert werden müssen. Wie jedoch auch die Betriebsergebnisse bestätigt haben, konnte der Leistungsbedarf durch eine Eigenerzeugungsanlage billiger gedeckt werden. Im heutigen Betriebszustand sind folgende Hauptverbraucher vorhanden: 3 Turbogebläse zur Belüftung des vorgereinigten Abwassers von je 200 kW Leistung, 2 Klarwasserpumpen von je 110 kW Leistung (davon je eine als Reserve), eine Beregnungsanlage mit 150 kW Leistung, verschiedene Schlammpumpen mit einem mittleren Bedarf von 40 kW und der übrige Eigenbedarf für Kraft und Licht mit einem mittleren Bedarf von 30 kW. Für den gesamten Kraft- und Lichtbedarf von insgesamt 900 kW bei einer Versorgung von mehr als 40 Maschinen sind in dem Kraftwerk unter Berücksichtigung einer um etwa 100 kW höheren Spitzenleistung als Stromerzeuger vier Syn-

[1]) Anm. d. Ber.: Vermutlich war der Rauhreif durch die vorausgegangenen mäßigen Heizversuche bereits teilweise mürbe geworden.
[2]) Schwenkhagen, Bisherige Ergebnisse der Eislastforschung der Stud.-Ges. f. Höchstspgs.-Anl., Elektrizitätswirtsch. 26 (1927) S. 10.
[3]) Vergl. ETZ 56 (1935) S. 764.

Digitized by Google

chrongeneratoren einschl. Reserve, davon einer zu 680 kVA, zwei zu je 500 kVA und einer zu 200 kVA Leistung, aufgestellt worden. Die Gasmotorenleistung dafür beträgt rd. L_{eff} = 2250 PS. Drei von den Antriebsmaschinen sind einfach wirkende stehende Viertaktmaschinen in Acht- bzw. Sechszylinderbauart, eine vierte liegende, bisher zum Antrieb einer Pumpe dienende 250 PS-Gasmaschine ist nach Auswechselung der alten Schwungriemenscheibe gegen einen Schwungradgenerator weiter verwendet worden. Die große 800 PS - Achtzylindermaschine (Reserve für Stromerzeugung) dient nicht nur als Antriebsmaschine für den 680 kVA-Stromerzeuger, sondern kann auch durch eine lösbare Kuppelung zum Antrieb einer Kreiselpumpe von 1100 l/s Leistung eingesetzt werden. Die Läufer der Stromerzeuger sind mit den Motorwellen starr gekuppelt, die Nenndrehzahl ist mit 250 U/min unter Berücksichtigung der Schwierigkeiten wegen der langsamen Verbrennung des Faulgases festgelegt. Durch empfindliche Öldruckregler wird die Drehzahlregelung vorgenommen, die außerdem von Hand als auch von der Hauptschalttafel aus elektrisch gesteuert werden kann. Als Betriebsspannung für die Stromerzeuger wurde mit Rücksicht auf die wegen des Klärbetriebes räumlich weit auseinanderliegenden Stromverbraucher und die dadurch nicht vermeidbaren Übertragungsverluste Hochspannung von 6000 V gewählt. Dadurch ergab sich zwangsläufig als Stromart Drehstrom, wenn auch für die Motoren der Hauptverbraucher wegen der notwendigen Regelmöglichkeit Gleichstrom günstiger gewesen wäre. Der Ausweg wurde darin gefunden, daß die Regelung der Liefermengen der Gebläse durch saugeseitige Drosselung ohne wesentliche Verschlechterung des Wirkungsgrades erreicht wurde und die Klarwasserpumpen als Antriebsmaschinen regelbare Drehstromreihenschluß-Kommutatormotoren erhielten. Die Gebläse- und Klarwasserpumpenmotoren sind Hochspannungsmotoren, alle übrigen Antriebsmaschinen Niederspannungsmotoren, die bei 220 bzw. 380 V Betriebsspannung von vier an verschiedenen Stellen der Klärwerksanlage aufgestellten Umspannern gespeist werden. Die Hauptschaltanlage im Kraftwerk ist in der üblichen Bauart ausgeführt, als Leistungsschalter sind explosionssichere öllose Schalter genommen worden, während in den Schaltanlagen der Stromverbraucher ölarme Schalter eingebaut sind. Die Umspanner sind mit Gefahrmeldern zum Schutze gegen unzulässige Ölerwärmung ausgerüstet. Da das Kraftwerk bei Betriebsstörungen keine Reserve durch einen Fremdstromanschluß besitzt, ist für den Fall, daß die Gasmenge für die Krafterzeugung nicht ausreicht oder Unregelmäßigkeiten im Faulgasanfall auftreten, eine eigene Gaserzeugungsanlage für Sauggas mit einer Leistungsfähigkeit von rd. 900 PS an den Gasmotorenwellen eingerichtet worden. Die Umstellung der Maschinen von Faulgas auf Sauggas ist ohne weiteres in kurzer Zeit möglich, wenn auch eine 10prozentige Leistungsabsenkung in Kauf genommen werden muß. Eine weitere Betriebsreserve bei Störungen in der Stromerzeugung ist ein von einem 45 PS-Dieselmotor angetriebener Niederspannungs-Stromerzeuger, der den erforderlichen Strom für die Notbeleuchtung und den Antrieb von Hilfsmaschinen zum Wiederanlassen der Hauptmaschinen liefert und bei einem bestimmten Spannungsrückgang an der 6 kV-Hauptsammelschiene selbsttätig anläuft. Die übrigen Sicherheitseinrichtungen brauchen an dieser Stelle nicht erwähnt zu werden, die bisher vorliegenden Betriebsergebnisse besagen, daß sich alle Einrichtungen des Kraftwerks bis auf unbedeutende Betriebsstörungen bewährt haben.

Das in Waßmannsdorf gewonnene Faulgas ist ein hochwertiges Gas mit rd. 67% CH_4-Gehalt und einem unteren Heizwert von 5800 kcal/m³ im Mittel, es wird als Brennstoff für Heizungen, für Gasmaschinen zum Antrieb von Pumpen und zum Antrieb von Stromerzeugern verwendet. Der tägliche Gasanfall schwankt zwischen 10 000 und 12 000 m³ und wird zum größten Teil für die Stromerzeugung verbraucht, der Selbstkostenpreis des Gases schwankt um 1,2 Rpf/m³. Die Leistungsfähigkeit der Stromerzeugungsanlage beträgt (ohne den 680 kVA-Reservestromerzeuger) im Jahr rd. 8,5 Mill kWh. Der spezif. Faulgasverbrauch je kWh schwankt bei Gasmotoren von Vollast bis ½ Last zwischen 0,52 und 0,75 m³. Die bisher angestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben den Beweis erbracht, daß die Eigenstromerzeugungsanlage durchaus in der Lage ist, den Strom z. T. unter ungünstigen Betriebsverhältnissen, wie infolge Schwankungen im Gasanfall, preiswert zu liefern. So ist z. B. für den Monat Mai 1936 bei einer Stromerzeugung von nur 226 157 kWh, entsprechend einer Ausnützung der Anlage von 32%, der Gestehungspreis der kWh mit 4,62 Rpf ermittelt worden. Im Vergleich dazu würde sich bei reinem Sauggasbetrieb der Gestehungspreis der kWh bei einem mittleren Kohlenverbrauch von 0,603 kg/kWh um rd. 30% auf 5,96 Rpf erhöht haben. Die in der ersten Zeit der Umstellung von einer Vorkläranlage zum biologischen Klärwerk anfallenden geringeren Faulgasmengen machen eine zusätzliche Generatorgaserzeugung erforderlich, um die genügenden Gasmengen für die durch die neueren Betriebe notwendig gewordene Stromerzeugung zu gewinnen. Dadurch wurde die Wirtschaftlichkeit der Faulgasstromerzeugung belastet, allerdings verhältnismäßig gering, wie der Grenzpreis für einen Sauggasbetrieb von rd. 6 Rpf/kWh im Mai zeigt. Im Laufe des Jahres 1936 war die Umstellung des Klärbetriebes einigermaßen eingespielt, bis auf Ausnahmen war der Faulgasanfall ausreichend. Dadurch war es möglich, daß der Ausnutzungsgrad der Stromerzeugungsanlage bereits im September 1936 bis auf 38,5% stieg und der Gestehungspreis der kWh auf 3,7 Rpf fiel. Ein weiteres Steigen der Wirtschaftlichkeit der Eigenkrafterzeugung ist zu erwarten. [R. Pursche u. W. Wichmann, Arch. Wärmewirtsch. 18 (1937) S. 53; 5½ S., 8 Abb.] *eb.*

621. 314. 2. 052. 33 : 621. 316. 925 **Vereinfachter Schutz von Erdungstransformatoren.** — Erdungstransformatoren zur Bildung von Sternpunkten sind in der amerikanischen Praxis gewöhnlich durch thermische Relais gegen Überlastungen bei Erdschlüssen im Netz, durch Prozentdifferentialrelais gegen innere Erdschlüsse und durch Überstromrelais gegen innere Kurzschlüsse geschützt. Hierbei müssen die Überstromrelais mit Relais anderer Betriebsmittel gestaffelt sein, also größere Zeitverzögerungen erhalten. Gegenüber dieser Schutzanordnung schlägt G. Calabrese vor, die Stromwandler für die Überstromrelais sekundär in Dreieck zu schalten, den Überstromschutz nicht zu verzögern und den Differentialschutz wegzulassen. Bei äußeren Fehlern fließen nämlich entweder gar keine oder nur Nullströme in dem Transformatorenabzweig, die sich in den Wandlern infolge der Dreieckschaltung ausgleichen können und nicht durch die Überstromrelais fließen. Daher brauchen die Überstromrelais nicht mehr mit anderen Relais gestaffelt zu sein und können unverzögerte Auslösung erhalten. Bei allen Fehlern innerhalb des Erdungstransformators übernimmt der Überstromschutz die sofortige Auslösung, so daß sich ein besonderer Differentialschutz erübrigt. Der Verfasser zeigt, wie bei den einzelnen Fehlerarten die Stromverteilung in den Relais ist. Bei allen Kurzschlußarten sprechen alle drei Relais an, beim Erdschluß nur zwei Relais. Es genügt daher, den Schutz nur zweipolig auszuführen. [G. Calabrese, Electr. Wld., N. Y. 107 (1937) S. 1393; 1½ S., 2 Abb.] *Ttz.*

621. 316. 064. 001. 5 **Analytische Ermittlung der wiederkehrenden Spannung und ihre Bestimmung mittels Messungen an Netzmodellen.** — Die Ermittlung der rasch verlaufenden Einklingvorgänge bei Leitungsunterbrechungen, wie sie beispielsweise bei Leistungsschaltern auftreten, erfolgt vielfach durch analytische Verfahren, bei denen die Komponentenzerlegung nach Fortescue für eine übersichtliche Rechnung besonders wertvoll ist. Die theoretischen Grundüberlegungen mit zusammengefaßten und verteilten Induktivitäten und Kapazitäten führen zu einfachen Netzwerken; dabei ist der Rechnungsgang von den Arten der Fehlerstelle und dem vorhandenen Leitungssystem abhängig. Der rechnerischen Ermittlung der wiederkehrenden Spannung sind nun dadurch enge Grenzen gezogen, daß die praktischen Verhältnisse infolge weitgehender Vermaschung die Ermittlung der benötigten Festwerte unlösbar gestalten. Die Feststellung dieser Werte erfolgt dann zweckmäßig durch Messungen an einem Netzmodell, für dessen Zusammenstellung und Schaltvorrichtung praktische Hinweise gegeben werden. Die Aufzeichnung stark oder schwach gedämpfter Schwingungsverläufe erfolgt durch einen Kathodenstrahloszillographen in Polarkoordinaten.

Interessant sind die im dritten Teil der Arbeit gegebenen Vergleiche von Untersuchungen in einem 138 kV-Netz. Die gemessenen Spannungsverläufe wurden mit den Rechnungsergebnissen verglichen, wobei sich allgemein gute Übereinstimmung zeigte. Aus der Untersuchung geht hervor, daß das Verfahren mit symmetrischen Komponenten eine wesentliche Vereinfachung der analytischen Rechnung bringt, daß die Netzwerkmessungen eine brauchbare Bestimmung der erforderlichen elektrischen Größen darstellen und daß die Zusammenfassung beider Verfahren den Weg für eine allgemeine Erforschung der Einschwingvorgänge und verwandter Aufgaben ebnet. Zum Schluß der Arbeit werden weitere Schrifttumshinweise angegeben. [R. D. Evans u. A. C. Monteith, Electr. Engng. 56 (1937) S. 695; 11 S., 31 Abb.] *Tsch.*

Digitized by Google

621. 315. 1. 017. 39 **Magnetische Zusatzverluste bei dreiphasigen Hochspannungsleitungen.** — Zur genauen Ermittlung der Widerstandswerte und -einflüsse wurden vier verschiedene Anordnungen mit Stahlaluminiumseilen im 150 kV-Netz des Elektrizitätswerkes Bern untersucht. Die Meßstrecke bestand in der ersten Anordnung aus einem verdrillten Dreileitersystem, in der zweiten aus drei verdrillten und drei unverdrillten Leitern in Sechseckanordnung mit wechselnder Phasenfolge; die dritte war ähnlich wie die zweite, wurde aber mit nur drei Leitern betrieben. Den Abschluß bildete ein näher an der Erde verlaufendes paralleles Doppelleiterstück, das unverdrillt war. Einzelheiten der Leitungen enthält nachfolgende Zahlentafel.

		Stahl		Aluminium	
Einzeladerdurchmesser	mm	2,69	2,69	2,69	2,69
Aderzahl je Lage		1	6	12	18
verdrilltes Seil					
Einrollung nach		—	links	rechts	links
Querschnitt, insgesamt	mm²	—	160	137	250
Parallelseil					
Einrollung nach		—	links	rechts	links
Querschnitt, insgesamt	mm²	—	166,6	125	125

Die Temperaturzunahmen der einzelnen Abschnitte im Verlauf der Tageszeit sowie die Umgebungstemperaturen und der Stromverlauf wurden gemessen. Dabei zeigte sich allgemein mit steigender Belastung eine beträchtliche Zunahme der ohmschen Widerstände. Im einzelnen ergab sich folgender Verlauf: Die Widerstandskurve der ersten Anordnung liegt beträchtlich unter den anderen. Über ihr verläuft die Kurve der zweiten Anordnung mit nur teilweise verdrillten Leitern, etwas darüber befinden sich die Werte der vierten Anordnung mit unverdrillten Leitern, über der schließlich zuoberst die Kurve der dritten Anordnung mit der größten spezifischen Widerstandszunahme liegt. Der Unterschied zwischen der zweiten und dritten Anordnung wird durch Verlustunterschiede bei der Magnetisierung von Mastteilen erklärlich, da die Phasenanordnung von System 3 die entsprechende Feldausbildung begünstigte. Die Kurven zeigen allgemein den Verlauf von Magnetisierungskurven, wie auch das beobachtete starke Ansteigen der Widerstands- und Verlustwerte durch Ummagnetisieren von Mastteilen zu erklären ist. Um die Verluste zu verringern, werden folgende Mittel vorgeschlagen: Verdrillung der Leiter, Anordnung der Systeme in Hinblick auf Phasenfolge und möglichst geringe Feldausbildung, Herstellung der Mastköpfe aus unmagnetischen Werkstoffen. Auch die teilweise gemessenen Reaktanzverläufe lassen den Einfluß der Masten erkennen. [Ch. Jean-Richard, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 290; 1½ S., 4 Abb.] *Tsch.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 323. 016 **Synchronmotoren für hohe Anlaufmomente.** — Der Synchronmotor hat gegenüber dem Asynchronmotor den Vorteil geringerer Kosten, besseren Wirkungsgrades und höherer Stabilität bei Spannungsabsenkungen. Er entnimmt dem Netz keine Blindleistung ($\cos\varphi = 1$ oder Blindleistungsabgabe bei Übererregung). Sein Nachteil gegenüber dem Schleifringankermotor ist der höhere Einschaltstrom. In der Mehrzahl der Fälle vertragen die Netze heute so hohe Einschaltströme, daß die Motoren für praktisch alle Anlaufverhältnisse ausgelegt werden können. Die maßgebenden Anlaufwerte sind Anlaufstrom I_a, Anzugsmoment M_a und Intrittfallmoment M_i, d. i. das Moment, gegen das der Motor synchronisiert werden kann[1]). Die im folgenden angegebenen Werte gelten für eine Auslegung für $\cos\varphi = 1$.

Ein nach den Bedürfnissen des Dauerbetriebes ausgelegter Motor hat $M_a = 50\%$, $M_i = 40\%$, bei $I_a = 275\%$ (dieser Wert erscheint sehr niedrig, der Berichter). Durch Vergrößerung der Abmessungen und Sonderauslegung mit kleinerem Luftspalt erreicht man Anlaufmomente bis $M_a = 200\%$, $M_i = 110\%$, bei $I_a = 675\%$. Der Anlaufstrom dieser Motoren kann dadurch auf 80 bis 90% seines Wertes herabgesetzt werden, indem beim Anlauf das Feld geöffnet wird. Die hierbei im Feld induzierten hohen Spannungen werden durch Auslegung für niedrige Erregerspannungen oder durch Auftrennen der Feldwicklung beim Anlauf (mehrere Schleifringe, Schaltgeräte!) herabgesetzt.

Die günstigen Anlaufwerte des Schleifringankermotors werden etwa erreicht, wenn in den Polschuhen statt der Anlaufkurzschlußwicklung eine isolierte dreiphasige Wicklung untergebracht wird[1]), die über Schleifringe zum Anlasser geführt wird; $M_a = 130\%$, $M_i = 200\%$. Bleibt die Feldwicklung beim Anlauf offen, so ist der Anlaufstrom nur etwa 30% größer als beim Schleifringankermotor. Bei geschlossener Feldwicklung wird $I_a = 400\%$. Für niedrige Anzugsmomente $M_a = 60\%$ und hohe Intrittfallmomente $M_i = 100\%$, etwa für Gebläseantriebe, werden Motoren mit einer Anlaufwicklung in Doppelnutausführung entwickelt. Zur Beschleunigung großer Schwungmassen muß die Anlaufwicklung wegen der Anlaufwärme mit größerem Volumen ausgeführt werden[2]). Das Intrittfallen wird durch die Massen erschwert. [Electr. J. 34 (1937) S. 187; 5½ S., 8 Abb.] *Pz.*

[1]) AEG-Mitt. (1936) S. 32.

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 63. 001. 6 **Fortschritte im Bau von Kupferoxyd-Gleichrichtern.** — Durch Verlassen der bisherigen Scheibenpackung der Kupferoxyd-Gleichrichter gelang es, eine wesentliche Raumersparnis und Leistungssteigerung dieser Geräte zu erreichen. Bei Untersuchung der Arbeitsweise ergab sich, daß vor allem die Erwärmung bisher einer weiteren Steigerung der Leistung im Wege stand. Infolgedessen bildete man die einzelnen Gleichrichterelemente nicht mehr als runde Scheiben, sondern als rechteckige Platten mit aus der Packung herausstehenden und als Kühlfahnen wirkenden Enden aus, wodurch eine Abnahme des leistungsgleichen Werkstoffbedarfes auf einen Bruchteil des ursprünglichen erzielt wurde. Anwendung von zusätzlicher Fremdbelüftung war der nächste Schritt in der Entwicklung. Die neuen Rechteckplatten stehen nicht mehr unter so hohem Druck wie die Scheibenplatten; die Kontakte werden mittels eines Spritzverfahrens angebracht. Der Vergleich eines Scheiben- und eines Plattenelementes zeigt die Überlegenheit des letzteren.

Bei der Herstellung der Gleichrichter werden die Plattenelemente in Reihen gepackt, verblockt und nach Bedarf in Reihe oder parallel geschaltet. Ein winkeleiserner Rahmen nimmt dann die Blocks auf, von denen je nach Erfordernis mehrere in einem schrankartigen Gerüst vereinigt werden, das außerdem das Zubehör, wie Thermoschutz, Sicherungen u. a., aufnehmen kann. Im Oberteil des Schrankes befindet sich der Lüfter, so daß die Kühlluft von unten eintritt und alle Platten, die sämtlich eine zweiseitige Oxydschicht besitzen, bestreicht. In dieser Anordnung sind Einheiten bis 12 kW gebaut. Ein 3 kW-Schrank für 6 V, 500 A dauernd, erfordert nur eine Grundfläche von 60×60 cm² und ist 1,35 m hoch. Der Wirkungsgrad liegt bei Vollast über 75% (einschl. Lüfterverlust) und hat bis auf ¼ Last herunter günstige Werte; die Leerlaufverluste sind gering. [I. R. Smith, Electr. J. 34 (1937) S. 205; 5 S., 10 Abb.] *Tsch.*

621. 383 : 522. 2 **Photoelektrische Führung astronomischer Fernrohre.** — Die Hauptschwierigkeit in der photoelektrischen Führung eines Fernrohrs liegt in dem kleinen zur Verfügung stehenden Lichtstrom. Die Führung muß auf Lichtströme von 10^{-9} bis 10^{-10} lm ansprechen. Da die Gleichstromverstärkung langsamen Nullpunktsverlagerungen unterworfen ist, benutzen A. E. Whitford und G. E. Kron ein Wechselstromverfahren. Ein verspiegeltes 90°-Prisma wird so in die Brennebene des Objektivs gesetzt, daß das Licht eines Sternes genügender Helligkeit auf die Kante des Prismas fällt. Die von den beiden Prismaflächen reflektierten Lichtbündel werden durch zwei Spiegel und zwei Linsen auf der Photozelle wieder vereinigt. Eine umlaufende halbkreisförmige Scheibe schneidet beide Lichtbündel und verdunkelt abwechselnd das eine und das andere. Solange das auf das Prisma fallende Licht durch die Schneide genau halbiert wird, ist die Beleuchtung der Photozelle zeitlich konstant. Wenn aber das Sternbild nicht genau auf der Schneide zentriert ist, gehen ungleiche Lichtströme durch beide Linsen. Die Photozelle erhält daher wechselnde Beleuchtung. Die entstehende Wechselspannung wird vielfach verstärkt und die Endspannung an den Anker des Führungsmotors gelegt. Das Verfahren ist unabhängig von Nullpunktsverschiebungen und von der Zellenempfindlichkeit, es verwendet keine mechanischen Relais und vermeidet die Schwankungen um die Gleichgewichtslage, die bei den üblichen Verfahren des Ein- und Ausschaltens eines Führungsstromes gewöhnlich auftreten. Bei einem 60 Zoll-Objektiv genügt das Licht eines Führungssternes von der Größe 8,6. [A. E. Whitford und G. E. Kron, Rev. sci. Instrum. 8 (1937) S. 78; 5 S., 3 Abb.] *Br.*

[1]) Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 16.
[2]) ETZ 58 (1937) S. 714.

Digitized by Google

621. 316. 5. 027. 2 **Ein neuer Schalter mit sehr kleinem Öffnungsweg.** — Der neue Schalter, welcher als thermostatischer Regelschalter für Heizwiderstände verwendet wird, ist in der Lage, in einem ohmschen Stromkreis einen Wechselstrom von 15 A bei 250 V mit einem Kontaktabstand in der Größenordnung von 0,1 mm zu unterbrechen. Die Schaltstücke haben eine Kontaktfläche von 6 × 9 mm und bestehen aus Silber. Der Schalter wird durch einen kleinen permanenten Magneten in seiner Einschaltstellung gehalten und durch einen Bimetallstab ausgeschaltet. Dadurch wird ein plötzliches Öffnen der Schaltstücke erreicht. Die Größe des Öffnungsweges kann durch einen Anschlag eingestellt werden, da er von der Höhe der Betriebsspannung abhängt. An Hand von Oszillogrammen wird nachgewiesen, daß der Schalter den Lichtbogen bei dem nächsten auf die Trennung folgenden Stromnulldurchgang löscht. Erfolgt die Trennung gerade während des Nulldurchganges, so erfolgt die Lösung erst beim nächsten Stromnulldurchgang. Das Löschprinzip dieses Schalters versucht der Verfasser folgendermaßen zu erklären: Da es sich um einen ohmschen Stromkreis handelt, kehrt die Spannung nach der Löschung im Stromnulldurchgang nicht sofort wieder. Die Elektronen, die aus den heißen Fußpunkten des Lichtbogens in den kleinen Zwischenraum eintreten, unterliegen also zunächst keinem äußeren elektrischen Feld, sondern bewegen sich gemäß dem Maxwellschen Verteilungsgesetz ähnlich wie die Moleküle in Gasen. Durch eine kurze Rechnung wird nachgewiesen, daß das elektrische Feld der Elektronen selbst nicht zur Ionisation der Gasstrecke ausreicht, denn unter der Annahme, daß sich 2 Elektronen gerade in dem Abstand ihrer freien Weglänge ($= 5{,}35 \cdot 10^{-5}$ cm) befinden, beträgt das elektrische Feld zwischen den Ladungen 49,2 V/cm. Bei der kleinen Masse der Elektronen von $9 \cdot 10^{-28}$ g ist trotz dieses kleinen Feldes die Beschleunigung so groß, daß die Elektronen sich stark voneinander abstoßen. Dieser Vorgang ist ganz ähnlich einer kleinen Explosion, welche dazu führt, daß die Gassäule, welche vor kurzem noch den Lichtbogen führte, nach den Seiten hin zerrissen wird. Die Energie der Elektronen wird dann durch Zusammenstoß mit den Molekülen absorbiert. Die hohe Temperatur der Gase im ersten Augenblick nach dem Stromnulldurchgang verhindert die Löschung aus dem Grunde nicht, weil sie schnell genug abklingt und durch die Expansion der Gase noch beschleunigt wird. Bei der Untersuchung des Schalters beobachtete R. Bruce, daß der Unterbrechungsbeginn sich nicht willkürlich über die ganze Stromhalbwelle verteilte, sondern besonders häufig beim Strommaximum lag. Der Verfasser führt dies darauf zurück, daß der permanente Magnet durch den abzuschaltenden Strom geschwächt wird und daher die magnetische Anziehungskraft im Augenblick des Strommaximums am geringsten wird. Es ist daher möglich, den Schalter gleichzeitig als selbsttätigen Überstromschalter zu benutzen.

In der Aussprache wird mehrfach zum Ausdruck gebracht, daß die Arbeitsweise des Schalters durch andere Effekte einfacher erklärt werden könne. So erwähnt C. Dannat das schnelle Verschwinden der positiven Raumladung vor der Kathode, was ein augenblickliches Anspringen der Durchbruchspannung auf 300 V auch bei sehr kleinen Abständen mit sich bringt. — Diese Tatsache, die schon Slepian[1]) veröffentlicht hat, gibt auch nach Ansicht des Berichters die einfachste Erklärung des Löschvorganges. [W. M. Thornton, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 457; 3 S., 1 Abb.] *W. Kn.*

Elektrowärme.

621. 3. 02 : 621. 791. 75 **Der Einfluß der Stromart auf die Güte der Schweißnähte.** — Über die Frage, welche Stromart, Wechselstrom oder Gleichstrom, bei der Lichtbogenschweißung vorzuziehen ist, gehen die Auffassungen der Fachwelt häufig weit auseinander. Leider ist die physikalische Natur des Metallichtbogens noch nicht genügend erforscht, um zur Klärung dieser Frage beitragen zu können. Man ist daher auf deduktive Erkenntnisse angewiesen, bei denen nach Möglichkeit die Einflüsse der Versuchsbedingungen auszuschalten sind, um Rückschlüsse von den vorliegenden Versuchsbedingungen auf die häufig etwas anders geartete Praxis zu ermöglichen. Das gilt insbesondere von der Frage der Wirtschaftlichkeit. Zweifellos sind Anschaffungspreis und Wirkungsgrad des Umspanners günstiger, Leistungsfaktor und Netz-Anschlußverhältnisse schlechter als die des Umformers oder Gleichrichters. Wesentlicher aber als diese Faktoren sind für die Beurteilung der Gesamtwirtschaftlichkeit die Einflüsse der Stromart auf die Verwendungsmöglichkeiten der Schweißgeräte, die Abschmelzgeschwindigkeit und die Güte der Schweißnähte. Die Umspanner besitzen eine höhere Leerlaufspannung, wobei besonders zu berücksichtigen ist, daß der durch den Spannungsmesser angezeigte Wert im Verhältnis 0,707 : 1 kleiner ist als die in Wirklichkeit auftretenden Amplitudenwerte (110 V), die u. U. lebensgefährlich sind. Deshalb sollen Umspanner besonders im Inneren von Kesseln und auf Stahlgerüsten nicht verwendet werden. Da ferner blanke Schweißstäbe mit Umspannern nicht verarbeitet werden können, ist ihnen das weite Anwendungsgebiet dieser Schweißstäbe verschlossen. Nur unter der Voraussetzung also, daß umhüllte Elektroden für einen Betrieb zweckmäßig oder vorgeschrieben sind und die Gefahren der hohen Leerlaufspannung sowie die Schwierigkeiten der Netzbelastung keine Rolle spielen, ist zu erwägen, ob Umspanner oder Gleichstromgeräte in Betracht gezogen werden sollen. Dabei kann das Verhalten des Lichtbogens beim Schweißen berücksichtigt werden. Bekanntlich weist der Wechselstrom-Lichtbogen eine geringere Blaswirkung auf als der Gleichstrom-Lichtbogen. Falls die Voraussetzungen für die Anwendung des Wechselstromes gegeben sind, ist es wichtig zu wissen, ob die Stromart auch die Abschmelzgeschwindigkeit, die Spritz- und Abbrandverluste sowie die Güte der Schweißnähte beeinflußt. Durch zahlreiche Versuche auf Platten (400 × 250 × 16 mm) wurde nachgewiesen, daß die Stromart auf die Abschmelzgeschwindigkeit, die Spritz- und Abbrandverluste keinen Einfluß hat, daß diese Größen vielmehr von der Art der Elektrode abhängen. Dasselbe Ergebnis zeigte sich hinsichtlich der Gütewerte der Schweißnähte, die in Anlehnung an die Schweißdrahtlieferbedingungen der Reichsbahn untersucht wurden. Auffallend ist dabei ein Vergleich zweier Elektroden, die gleiche Gütewerte ergaben, obwohl die eine bei 530facher Vergrößerung im Schliffbild zahlreiche Nitridnadeln aufwies. [C. Stieler, Elektroschweißg. 8 (1937) S. 61; 8 S., 15 Abb.] *Wbt.*

Verkehrstechnik.

625. 4 (485) **Der Ausbau einer U-Bahn in Stockholm.** — Die Stadt Stockholm hat bei der zunehmenden Bevölkerung zunächst im Süden Vororte ausgebaut, später dagegen die weitere Entwicklung nach dem Westen verlegt. Bei der starken Motorisierung des Verkehrs und den knappen verfügbaren Straßenbreiten sind die Schwierigkeiten, den Straßenbahnverkehr mit genügender Geschwindigkeit abzuwickeln, schnell gestiegen. Man befaßt sich deshalb mit dem Plane, eine Untergrundbahn zu bauen.

Ein städtischer Ausschuß hat verschiedene Linienführungen vorgeschlagen, und zwar sollen die Züge von den westlichen bis zu den südlichen Vororten die Stadt durchfahren. Nach einem anderen Entwurf wird die U-Bahn aus dem Westen unmittelbar nach der Stadtmitte ohne den Umweg über die „Vasa"-Stadt geführt. Eine Entscheidung über die endgültige Ausführung liegt noch nicht vor. Bei einer angenommenen Betriebseröffnung vor dem Jahr 1945 wurde der Verkehr auf 20 Mill Fahrgäste aus den Vororten und etwa 11 bis 12 Mill Reisende im innerstädtischen Verkehr geschätzt. *Hldn.*

Bergbau und Hütte.

621. 311. 22 +. 23 : 669 **Ein Hüttenkraftwerk im Sinne einer fortschrittlichen Energiewirtschaft.** — Die Frage, ob bei der Neuanlage oder Erweiterung eines Hüttenkraftwerkes Gaskraftmaschinen oder Dampfturbinen eingebaut werden sollen, war wiederholt Gegenstand eingehender Untersuchungen, ohne daß in diesem Wettstreit die Überlegenheit einer der beiden Antriebsarten entscheidend hätte festgestellt werden können. Kann die Gasmaschine in der Hauptsache einen der Dampfturbine im allgemeinen überlegenen thermodynamischen Wirkungsgrad für sich buchen, so sprechen für den Dampfturbinenantrieb vor allem die niedrigeren Anlagekosten. Der von anderer Seite gemachte Vorschlag, für Turbinen einen höheren Abschreibungssatz anzuwenden, da die Turbinen in baulicher Hinsicht und im Dampfverbrauch schneller altern, wird vom Verfasser als ungerechtfertigt zurückgewiesen. Bei Gasmaschinen sind ebenso wie bei Dampfturbinen Wirkungsgradverschlechterungen im Laufe der Betriebszeit möglich. Der Wärmeverbrauch der Gasmaschinen im Hüttenkraftwerk Neunkirchen beträgt im Jahresdurchschnitt 3100 kcal/kWh, wobei wiederholt im Monatsdurchschnitt ein Verbrauch von 3000 kcal/kWh unterschritten wurde. Neben der Vergrößerung des Ausnutzungsfaktors der Gasmaschinen wird in neueren Anlagen die Verbesserung des Wärmewirkungsgrades insbesondere auf die Ausnutzung der Abgaswärme in Dampfkesseln zurückgeführt. Bei Kondensationsturbinen beträgt nach den Erfahrungen des

[1]) Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 47 (1928) S. 1398.

Digitized by Google

Verfassers der Wärmeverbrauch bei 50 atü und 470° Dampftemperatur etwa 3800 kcal/kWh [einschl. Kesselwirkungsgrad][1]). Es wird auf die verschiedenen Möglichkeiten hingewiesen, den Wärmeverbrauch bei Dampfturbinenbetrieb herabzusetzen. Liegt Dampfbedarf für Herstellungs- oder Heizzwecke vor, so kann die Turbine als Gegendruckturbine oder wenigstens als Anzapfturbine ausgelegt werden. Bei einem derartigen Verbundbetrieb werden Wärmewirkungsgrade erreicht, die denen der Gasmaschine nahekommen oder sie sogar übertreffen. Das Gleitdruckverfahren stellt für Anlagen mit stark schwankender Last eine vielversprechende Lösung dar. Weitere Verbesserungen des Turbinenbetriebes sind auch durch die Entwicklung der Zwangsumlauf- und Zwangsdurchlaufkessel für höchste Drücke zu erwarten. Insbesondere wird auf den Velox-Dampferzeuger hingewiesen, dem für die Kraft- und Gebläsewindversorgung der Hüttenkraftwerke große Bedeutung beigemessen wird[2]).

Neben der Beachtung dieser allgemeinen Erwägungen führten im Hüttenkraftwerk Neunkirchen insbesondere folgende Gesichtspunkte zur Wahl einer Tubinenanlage:

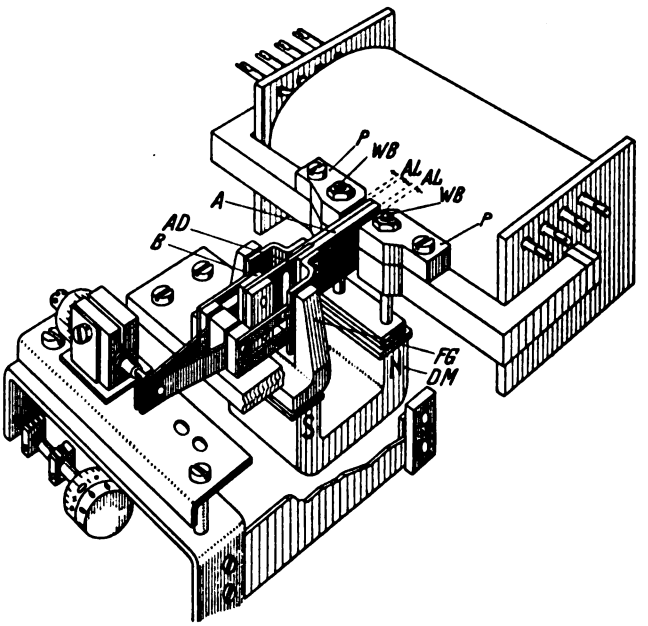
Ausgleich von plötzlichen Belastungsschwankungen (Frequenzschwankungen) in der elektrischen Versorgung, die bisher nur mit Gasmaschinen arbeitete,
Freizügigkeit im Verbrauch von gasförmigen und festen Brennstoffen,
wesentlich geringerer Platzbedarf (etwa 1:2,2) und geringere Gründungskosten gegenüber einer Gasmaschinenanlage.

[G. Hubel, Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 494; 6½ S., 16 Abb.] *chl.*

Fernmeldetechnik.

621. 395. 613. 32. 001. 4 **Untersuchung der Schwingungssysteme von Fernsprechmikrophonen durch Messung ihres komplexen Übertragungsmaßes.** — Die in der Fernsprechtechnik gebräuchlichen Kohlemikrophonkapseln enthalten auch bei äußerlich einfachem Aufbau im allgemeinen verwickelte Schwingungssysteme mit mehreren in bestimmter Weise miteinander gekoppelten Freiheitsgraden, deren genauere Kenntnis für viele Anwendungszwecke erwünscht ist. Da die Frequenzkurve, die in bekannter Weise als Betragsverhältnis der Spannung des Mikrophons zum Schalldruck vor seinem akustischen Eingang gemessen wird, auf die verschiedenen Schwingungs- und Kopplungsmöglichkeiten ungenügend und wenig kennzeichnend anspricht und zur genauen Analyse der Schwingungseigenschaften schlecht geeignet ist, werden in der vorliegenden Untersuchung neue Bestimmungsmöglichkeiten dadurch geschaffen, daß das Übertragungsmaß des Mikrophons komplex aufgefaßt und mit der Bestimmung der Frequenzkurve eine Messung des Frequenzganges der Winkel verbunden wird, um welche die Mikrophonspannung gegen den erregenden Schalldruck verschoben ist. Wie die Durchrechnung mehrerer praktisch wichtiger Schwingungsformen zeigt, spricht die Phasenkurve wesentlich empfindlicher auf die Eigenarten der Schwingungsverhältnisse an und kann zu ihrer Erkennung benutzt werden. Die Messung selbst wird durch Kompensation der Spannung des Kohlemikrophons gegen ein gleichphasig betöntes Kondensatormikrophon ausgeführt, dessen komplexes Übertragungsmaß bekannt ist. Die Anwendung des Verfahrens auf verschiedene Fernsprechmikrophone liefert u. a. Aufschlüsse über die Rückwirkung des mechanischen Widerstandes der Kohlegrießsäule auf den mechanischen Widerstand der Membran. [C. Trage, Telegr.-, Fernspr.- u. Funk-Techn. 26 (1937) S. 98; 7 S., 14 Abb.] *Tg.*

621. 318. 522 : 621. 394 **Ein gepoltes Telegraphenrelais hoher Empfindlichkeit.** — Zu einer Zeit, als die Telegraphie noch überwiegend auf Freileitungen betrieben wurde, arbeitete man mit ziemlich unempfindlichen Relais und daher verhältnismäßig starken Betriebsströmen, wobei die Relais unmittelbar neben den Telegraphengeräten standen, um die Schaltung durch Verstellung der Relaiskontaktschlitten den wechselnden Leitungsverhältnissen anpassen zu können. Dieses vor etwa einem Jahrzehnt noch allgemein vorherrschende Bild hat sich mit der überwiegenden Verlegung der Telegraphie in das Fernkabelnetz grundlegend gewandelt. Aus dem Gemeinschaftsbetrieb von Fernsprechen und Telegraphie einerseits und der Trennung der Telegraphengeräte von den Kabelanschlußmitteln anderseits ergaben sich für die Telegraphie folgende grundsätzlichen Anforderungen: Herabsetzung der Betriebsströme, Erhöhung der Relaisempfindlichkeit, weitgehende Beständigkeit der Relaiseinstellung und geringe Wartung der Relais. Die Erkenntnis von der Notwendigkeit, dem Betrieb auch apparattechnisch in jeder Weise die notwendige sichere Grundlage zu schaffen, führte schließlich zur Entwicklung eines völlig neuartigen Relais (Abb. 3). Die Anwendung des von Carpenter angegebenen magnetischen Aufbaus (Brückenanordnung) ermöglichte die weitgehende Trennung des Dauer- und Steuerflußkreises sowie eine Herabsetzung der Kupferverluste. Bester magnetischer Werkstoff und Kontaktwerkstoff, ein fester, jedoch möglichst elastischer und verwindungsfreier mechanischer



P Weicheisenpolschuhe *FG* Flußzuführungsgabel *A* Anker
AL Arbeitsluftspalte *WB* Weicheisenbolzen *B* Ankereinspannbock
AD Ankerdrehachse (Feder) *DM* Dauermagnet

Abb. 3. Anker- und Kontaktaufbau; magnetische Kreise.

Aufbau sowie die Ausschaltung von Temperatureinflüssen, ferner große Symmetrie im mechanischen und elektrischen Aufbau (Duplex-, Vierersymmetrie) bieten Gewähr für große Stabilität und geringste Eigenverzerrungen des Relais. Diese wird noch erhöht durch Anwendung der Ankerfederlagerung und der Reibungskontakte, die die betrieblich unerwünschten Ankerprellungen weitgehend ausschalten. Bei Temperaturschwankungen von etwa 100° C und Erschütterungsbeschleunigungen von etwa 50 $m \cdot s^{-2}$ ändert sich die Relaiseinstellung nicht. Die unregelmäßige (Eigen-)Verzerrung des Relais wird bereits bei einer Erregung mit Sinusstrom von 2 AW entsprechend einer Scheinleistung von 0,16 mVA vernachlässigbar klein. Da im Betrieb mit einer Erregung von 10 AW entsprechend 4 mVA gearbeitet wird, ist eine gute Sicherheit dafür vorhanden, daß das Relais auch bei kleineren Verstellungen noch verzerrungsfrei arbeitet. Die statische Ansprechempfindlichkeit liegt bei 0,6 AW bzw. $1{,}4 \cdot 10^{-6}$ W. In einer Reihe von Abbildungen sind der Aufbau des Relais, einige Schaulinien des magnetischen Verhaltens und die Kennlinien der wichtigsten charakteristischen Eigenschaften des Relais für verschiedene Erregungen und Stromkurvenformen dargestellt. In einem besonderen Abschnitt werden die Grundsätze für den Betrieb und die Wartung von Telegraphenrelais aufgestellt. Das Relais hat sich im Betrieb gut bewährt. [F. Schiweck u. O. Römer, Telegr.-, Fernspr.- u. Funk-Techn. 26 (1937) S. 109; 5 S., 9 Abb.] *Schk.*

621. 33. 014. 6 **Der Begriff des Leitwertes bei der Untersuchung der Irrströme.** — In Arbeiten über Irrströme aus Bahnanlagen und ihr Eindringen in unterirdische Rohrleitungen und Kabel haben ungenaue Definitionen der verschiedenen, in die Rechnung eingehenden Faktoren häufig zu Mißverständnissen geführt. Es wird deshalb in der vorliegenden Arbeit versucht klarzustellen, welche Größen bei dem Problem der Irrströme vorkommen, wie sie definiert und nach

[1]) Der Wärmeverbrauch einer jüngst im Ford-Kraftwerk River Rouge erstellten 110 000 kW-Kondensationsturbine bei 84 at, 485° ohne Zwischenüberhitzung betrug für die Turbine 2269 kcal/kWh. Wärme 60 (1937) S. 368.

[2]) In Ergänzung der Bemerkungen über Entwicklungstendenzen im Kessel- und Turbinenbetrieb sei auf die Hüttner-Turbine hingewiesen, die in Aufbau und Arbeitsweise eine bedeutungsvolle Lösung darstellt. ETZ 55 (1934) S. 742.

Digitized by Google

Möglichkeit durch Messungen bestimmt werden können. Da in einem homogenen Dielektrikum die Ableitung der Kapazität proportional ist, wendet der Verfasser die Gesetze des elektrostatischen Feldes auch bei der Untersuchung der Ausbreitungswiderstände an und kommt unter entsprechenden Voraussetzungen zu ähnlichen Gruppen von linearen Gleichungen über die Spannungen zwischen metallischen Leitern im Erdreich und den ins Erdreich aus- und eintretenden Strömen, wie sie in der Elektrostatik Spannung und Feldstärke verbinden. In diese Gleichungen gehen Widerstands- und Leitwertkoeffizienten ein, die in einfacher Weise definiert werden können. Die allgemeinen Gleichungen werden in zwei Formen dargestellt, einmal bezogen auf das absolute Potential Null eines unendlich weit entfernten Punktes und zweitens auf das Potential einer Bezugselektrode, die innerhalb des betrachteten Leitersystems liegt. Bei der ersten Art ist die experimentelle Bestimmung der Widerstände und Leitwerte schwierig, da sie sehr weit voneinander entfernte Bezugselektroden erfordert; die Gleichungen der zweiten Art entsprechen in ihrer Form besser den Messungen. Außer diesen allgemeinen Lösungen werden noch Einzelfälle behandelt, in denen die Gleichungen eine einfachere Form annehmen. [L.-J. Collet, Ann. Post. Télégr. Téléph. 26 (1937) S. 1; 37 S., 2 Abb.] *el.*

621. 33. 014. 6 Einige Eigenschaften des Feldes der Irrströme. — Einige Eigenschaften des Feldes der Irrströme im Erdreich und der in die Rechnung eingehenden Leitwertkoeffizienten werden allgemein mathematisch erläutert. Die Arbeit bildet eine Ergänzung zu dem vorbesprochenen Aufsatz desselben Verfassers. Zunächst wird die allgemeine Gleichung des Stromes in der Form der Gleichung für das elektrische Feld angegeben. Sodann werden als Sonderfälle die Irrströme betrachtet, die von einem Bahnsystem oder von einer oder mehreren Elektroden in das Erdreich fließen. Die Anwendung des Theorems von Green führt zur Definition des Leitwertes bei Systemen aus einer oder mehreren Elektroden und der aus- und eintretenden Ströme bei verschiedenen Spannungen der unterirdischen Leiter. Das Theorem von Thévenin (in Deutschland als Prinzip von Helmholtz bekannt) wird auf die Untersuchung der Wirkung von Drainage-Verbindungen sowie von Isoliermuffen ohne und mit Überbrückung durch Widerstände angewandt. [L.-J. Collet, Ann. Post. Télégr. Téléph. 26 (1937) S. 89; 18 S., 0 Abb.] *el.*

621. 396. 81 Ist der Luxemburgeffekt eine Täuschung? — Im Auftrage der RCA führte Foster über ein Jahr währende Untersuchungen über äußere Gleichrichtereffekte durch, die er „external cross modulation" nennt und die nun veröffentlicht vorliegen. Foster unterscheidet innere und äußere Kreuzmodulationserscheinungen. Die ersteren gehen in ihren Ursachen auf die Kennlinienkrümmung der Verstärkerröhren zurück. Bekanntlich hat man diese Erscheinung sowohl schaltungstechnisch als auch röhrentechnisch im weiten Maße beherrschen gelernt, und gute Empfänger sind heute praktisch frei von diesen Erscheinungen.

Die äußere Kreuzmodulation nun, die, wenn auch unter anderen Bezeichnungen, bei uns nicht unbekannt ist, tritt nach Foster dann auf, wenn im Felde der Empfangsanlage (gemeint sind Antenne, Zuleitungen u. dgl.) nicht lineare Gleichrichtersysteme auftreten. Solche Systeme können erzeugt werden durch schlechte Kontakte gemeinhin, etwa durch sich kreuzende, schlechten Kontakt bildende Abflußröhren, Regenrinnen und ähnlicher zum Hause gehörender Einrichtungen. Besonders gefährlich sollen Metalldächer sein; sie sind nach Angaben Fosters immer „verdächtig". Begünstigt wird die Wirkung der Kreuzmodulation besonders dann, wenn an solchen Berührungsstellen Oxydationsprozesse nachweisbar sind. Wenn nun derartige Gleichrichtersysteme im Felde eines oder gar mehrerer starker Sender liegen, treten ähnliche Erscheinungen auf, wie bei der inneren Kreuzmodulation. Es entstehen Harmonische, Summen und Differenzfrequenzen, die dann den Empfang eines bestimmten Fernsenders empfindlich stören können, weil sie, wenn auch größenordnungsmäßig schwächer, im Felde mit auftreten und bei der hohen Verstärkung, die der Empfänger bei Fernempfang besitzt, hörbar werden. So kann es geschehen, daß beispielsweise der Ortssender bei einer von seiner Abstimmung weit entfernten Einstellung des Empfängers hörbar wird, oder aber ein zweiter, sehr starker Sender, der gleichzeitig anwesend ist, erscheint in einer Abstimmung, die einem ganz anderen Sender zukommt. Die Ähnlichkeit dieser Erscheinungen mit jenen, die bei Beobachtung des Luxemburgeffektes auftreten, ist unverkennbar.

Unter der selbstverständlichen Annahme, daß innere Kreuzmodulation nicht in Frage kommt (der Beweis ist leicht dadurch zu führen, daß man den untersuchten Empfänger an einem anderen Ort unter annähernd gleichen Empfangsverhältnissen aufstellt) wäre der Beweis für die Richtigkeit der Annahme Fosters leicht dadurch zu erbringen, daß man die Ursachen der behaupteten äußeren Kreuzmodulation soweit als irgend möglich beseitigt. Eine genaue Antennenanlage-Untersuchung wird eine Reihe verdächtiger Stellen aufzeigen. Man wird dann schlechte Kontakte durch Isolation oder aber durch leitende Verbindungen, die man beispielsweise bei Kreuzungsstellen von Abflußröhren an diesen anbringt, auszuschalten bestrebt sein. Versuche, die nach dieser Richtung von Foster durchgeführt wurden, führten nach Angaben der RCA-Review zu einem vollen Erfolg. Diese Ergebnisse wurden in jüngster Zeit vom Ingenieurstab der BBC in London bestätigt, dem es gelang, in ganz analog gelagerten Fällen, wie jenen, die Foster untersuchte, eine weitgehende Besserung der äußeren Kreuzmodulation zu erzielen.

Foster behauptet nun, daß der Luxemburgeffekt wahrscheinlich nichts anderes ist, als die Wirkung nicht linearer Gleichrichterelemente im Empfangsfeld und daß der Luxemburgeffekt geradezu der Beweis für das Vorhandensein solcher Elemente ist. Weiter berichtet er über Beispiele äußerer Modulationswirkung noch auf Entfernungen von 160 km. Solche Beispiele hätten aber geradezu eine verblüffende Ähnlichkeit mit dem „nur in Europa" bekannten Luxemburgeffekt und wiesen bis in Einzelheiten alle jene Merkmale auf, die den Luxemburgeffekt charakterisieren.

Wie man sich bei uns zu diesen Erklärungen stellen wird, muß abgewartet werden. Es ist doch kaum angängig anzunehmen, daß jene Beobachter, die in allen Einzelheiten den genannten Effekt untersuchten und beschrieben, die Möglichkeit einer so einfachen Erklärung außer acht gelassen haben. Überdies sind ja die von Foster zur Erklärung des Luxemburgeffektes herangezogenen Erscheinungen bei uns durchaus bekannt und vielfach im Schrifttum erwähnt.

Als bewiesen muß allerdings gelten, daß die Fostersche äußere Kreuzmodulation tatsächlich vollkommen oder beinahe vollkommen zum Verschwinden gebracht werden kann, wenn man die Möglichkeit einer nicht linearen Gleichrichtung im Empfangsfeld weitgehend vermindert. Ob allerdings diese Feststellung genügt, um den Luxemburgeffekt als Täuschung hinzustellen, wird wohl die Zukunft bald entscheiden. [Dudley E. Forster, Rad. Corp. Rev. (1937) Aprilheft, S. 28, und Wireless Wld. 40 (1937) H. 23 vom 4. 6.] *F. C. S.*

621. 396. 67 Gemeinschaftsantennensystem für Rundfunkverteilung. — Die Verfasser behandeln hochfrequente Rundfunkverteilungsanlagen, wie sie bei uns unter der Bezeichnung „Gemeinschaftsantennen" oder „Radioleitungen" bekannt sind. Eine solche Anlage für eine größere Anzahl Teilnehmer besteht aus der im ungestörten Empfangsfeld errichteten Antenne mit geschirmter Antennenzuleitung, dem aperiodischen Leistungsverstärker und dem daran anschließenden Kabelnetz als Verteilungsanlage, an das die üblichen Rundfunkempfänger angeschlossen werden. Bei der beschriebenen Ausführung nach Kolster-Brandes wird für die Antennenzuleitung das Rejektostat-System benutzt: eine abgeschirmte Übertragungsleitung von niedrigem Scheinwiderstand, an deren Enden durch Übertrager die notwendige Anpassung an Antenne und Empfänger bzw. Verstärker geschaffen wird. Die geeignete Durchbildung des Aufwärtsübertragers am Eingang des aperiodischen Verstärkers ist Voraussetzung für die Erzielung einer leistungsfähigen Röhrenverstärkung eines breiten Frequenzbandes; das gleiche gilt für den Abwärtsübertrager zwischen Verstärker und Verteilungsleitung. Rechnerisch wird nachgewiesen, daß Röhren üblicher Bauart (Pentoden) nur dann wirkungsvoll arbeiten, wenn die angeschlossenen Eingangskreise Scheinwiderstände von mindestens 100 000 Ω haben. Zur Erzielung dieser Größe enthält der 10 Röhren-Verstärker von Kolster-Brandes an Stelle von Eingangs- und Ausgangsübertrager eine Anzahl (10) abgestimmte Kreise (Reihenschaltung von L und C), deren Eigenschwingungen in regelmäßigen Abständen so ausgesucht sind, daß durch das Ineinandergreifen der Resonanzspitzen die gewünschte Übertragung des ganzen Bandes mit

Digitized by Google

einer zum Ausgleich der Dämpfungsunterschiede ansteigenden Frequenzcharakteristik erreicht wird. Die ankommende Signalleistung wird dabei durch die Resonanzkreise in eine Anzahl von Frequenzbändern aufgeteilt, wobei neben der Spannungserhöhung eine Erhöhung des Scheinwiderstandes in dem gewünschten Maße eintritt. Eine Anzahl Vorteile dieser Schaltungsanordnung wird kurz aufgezählt, die Verfasser weisen aber darauf hin, daß heute durch die Fortschritte im Übertragerbau und durch negative Rückkopplung wirksamere Verstärker mit geringerem Aufwand möglich sein werden.

Für ausgeführte Verteilungskabel wird die Größe der Konstanten für 1000 kHz angegeben. Damit die Belastung der Leitung nur klein bleibt und keine stehenden Wellen auftreten, müssen größere Abzweigleitungen vermieden werden; das Einschleifen jedes Empfängers in die Leitung ist Anzapfungen vorzuziehen. Eine allgemeine zutreffende Regel für den Aufbau des Verteilungsnetzes läßt sich nicht geben. An die vorhandenen Verstärkerausführungen können 50 bis 100 Empfänger angeschlossen werden. Für Empfänger mit besonders kleinem Scheinwiderstand kann die Zwischenschaltung eines Anpassungsübertragers erforderlich werden. [C. W. Earp u. S. Hill, Elektr. Nachr.-Wes. 15 (1937) S. 133; 7 S., 4 Abb.] *Mbs.*

621. 396 : 351. 74./81 Polizeifunkdienst in den V. S. Amerika. — Nachdem schon seit 1847 in New York und dann in weiterem Rahmen 1878 in Chicago Drahttelegraphenverbindungen für den Polizeinachrichtendienst eingesetzt waren, wurde die erste Polizeifunkverbindung im Juni 1916 eingerichtet. Damals nahm die New-Yorker Polizei eine Küstenstation für den Verkehr mit ihren Hafenpatrouillenbooten in Betrieb. 1920 wurden — mit der Einführung des Rundfunks — erstmalig in Detroit Empfänger in Polizeiwagen erprobt, jedoch kam es zu einem nennenswerten „beweglichen Polizeifunkverkehr" erst mit der technischen Verbesserung der Kleinempfänger von 1924 an. Inzwischen waren um 1923 die ersten größeren Funktelegraphennetze zwischen festen Polizeistationen im Staate Pennsylvania entstanden. Die Frequenzen für alle diese Dienste lagen entsprechend der damaligen Rundfunkentwicklung (Ortssender kleiner Leistung, einfache leichte Empfänger) im unteren Mittelwellen- und oberen Grenzwellenband, also um 200 m herum. Ihren eigentlichen Aufschwung aber nahm die Entwicklung beweglicher Polizeiempfänger erst um 1928 nach der Einführung der Schirmgitterröhre und nach der Erforschung der Störbefreiungsverfahren (Zündgeräusche in Großstädten).

Die Verfasser sprechen dann weiter über die von der Bundesregierung erlassenen Richtlinien für die Verwendung des Funks bei der Polizei und begründen sie aus den technischen Möglichkeiten. Um bei den wenigen zur Verfügung stehenden Frequenzen Polizeifunksender für den beweglichen Verkehr möglichst dicht nebeneinander einsetzen zu können, ist die Sendeleistung bei Nacht auf 500 W, am Tage auf 1000 W begrenzt. Die Wellenverteilung wurde erstmalig 1933 auf einer inneramerikanischen Funkkonferenz in Mexiko in der Weise geregelt, daß zunächst für den Funkdienst der im allgemeinen nach größeren Städten geordneten Polizeibezirke Wellen festgesetzt wurden. Unabhängig davon wurde noch für jeden der 48 Staaten eine besondere Welle für den staatlichen Verkehr, d. h. also der Bezirksfunksender untereinander, bestimmt. Alle diese Wellen liegen zwischen 120 und 187 m. Die weitere Entwicklung des Verkehrs führt dann 1935 zu einer festen Organisation für die ganzen V. S. Amerika, die besonders der des Heeres angeglichen wird und mit den militärischen Stellen in der Folgezeit eng zusammenarbeitet.

Angeregt durch die Erfolge der Amateure auf dem Ultrakurzwellenband unter 10 m ließ sich die Polizei 4 Wellen zwischen 10 und 7,5 m zuteilen. Die Erfolge gerade im mobilen Verkehr in den Städten waren überraschend gut. Am 1. 3. 1937 waren in 226 Städten 1367 Polizeisender auf Ultrakurzwellen in Betrieb.

Der Aufsatz verbreitet sich dann im weiteren eingehend mit der Technik der festen und beweglichen Polizeisender und -empfänger sowie der Betriebsdurchführung sowohl im städtischen als auch im staatlichen Polizeifunkdienst. Angewandt werden je nach Entfernung und zur Verfügung stehender Sendeleistung sowohl Funktelegraphen, Funkfernsprecher und Funkfernschreiber. Verschiedene Bemerkungen lassen den Schluß zu, daß der größere Teil der Tätigkeit des Polizeifunkdienstes in der Fahndung nach gestohlenen Kraftwagen und in der Bekämpfung des „einschlägigen" Banditentums besteht. [E. L. White u. E. C. Denstaedt, Electr. Engng. 56 (1937) S. 532; 14 S., 9 Abb.] *Hrg.*

Theoretische Elektrotechnik.

533. 17 : 537. 523. 5 Der elektrische Lichtbogen in schnellströmendem Gas. — Der in den Leistungsschaltern der Hochspannungstechnik auftretende Schalterbogen befindet sich bei allen Schaltertypen in einer in heftiger Bewegung befindlichen Gas- oder Dampfatmosphäre. B. Kirschstein und F. Koppelmann untersuchen experimentell solche Lichtbogen in schnellströmendem Gas. Die Gasströmung verlief dabei ähnlich wie in dem ursprünglichen Marxschen Lichtbogenventil, d. h. von der Mitte des Bogens aus auf beide Elektroden zu. Dadurch wurde Metalldampf aus dem Bogen ferngehalten und die Messungen wiederholbar gemacht. Die Untersuchung erstreckte sich auf Bogenspannung, Gradient, Bogendurchmesser, Flächenhelligkeit und Gesamtstrahlung, und zwar all diese Größen in ihrer Abhängigkeit von der Stromstärke bis zu 3000 A und vom Blasdruck bis 15 at. Das am meisten hervorstechende Merkmal der Lichtbogen in schnellströmendem Gas ist ihre außerordentlich große Stromdichte, welche bis zu 100 000 A/cm² betragen kann. Gerade diese Eigenschaft wird in den Leistungsschaltern der Hochspannungstechnik zur Löschung[1]) ausgenutzt. [B. Kirschstein u. F. Koppelmann, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 16 (1937) H. 1, S. 51; 21 S., 22 Abb.] *F. Kn.*

621. 316. 064. 001. 6 Entwicklung der Verfahren zur Berechnung von Schaltvorgängen. — Die Berechnungsverfahren, die zur Verfolgung von Schaltvorgängen ausgearbeitet worden sind, hatten in der Mehrzahl der Fälle ursprünglich den Zweck, die mathematisch wenig klaren und verständlichen Regeln der Heavisideschen Rechnung zu erklären und zu rechtfertigen. Nachdem dies erreicht wurde, brachte die weitere, noch nicht beendete Entwicklung neue wertvolle Ergebnisse, besonders was die Lösung von Differentialgleichungen anlangt, mit sich. Heute ist jedoch eine übersichtliche und einheitliche Darstellung aller Verfahren möglich, bei der man von einer kleinen Anzahl von Grundgleichungen ausgehen kann und die geschichtlich angeordnet das folgende Bild ergibt:

Von H. Poincaré (1904) wurde in die Behandlung von Fortpflanzungsproblemen auf Leitungen das Fouriersche Integral

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \Theta(\omega)\, e^{j\omega t}\, d\omega$$

eingeführt, in dem f die gesuchte Funktion der Zeit (Strom oder Spannung), ω die Kreisfrequenz bedeuten und

$$\Theta(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\tau)\, e^{-j\omega\tau}\, d\tau$$

ist. Poincaré beschäftigte sich nur mit kurzzeitigen Signalen, ersetzte in der weiteren Berechnung das Fouriersche Integral durch das Integral von Cauchy (ω komplex), und seine Arbeit, wenn sie auch die erste Lösung nach dem Laplaceschen Verfahren gab, hat heute nur die Bedeutung, daß sie eine Einleitung zu den Arbeiten anderer Forscher bildet. Im Gegensatz zu Poincaré, dem das Heavisidesche Verfahren nicht bekannt war, hat G. Giorgi (1903 bis 1905) eine Verallgemeinerung und Erklärung dieses Verfahrens unternommen, wobei er insbesondere die Erregung $V(t)$ als eine auch nicht analytische Funktion betrachtete. Das Fouriersche Integral ergibt ihm für den Strom $i(t)$ bei der symbolischen Admittanz $f(d/dt)$

$$i(t) = f\left(\frac{d}{dt}\right) V(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{-\infty}^{+\infty} d\omega \int_{-\infty}^{+\infty} f(\omega)\, e^{\omega(t-\tau)}\, V(\tau)\, d\tau,$$

und die Einführung der Laplaceschen Transformation führt zu den bekannten Heavisideschen Reihenentwicklungen.

J. B. Pomey (1913) erhält in seiner Arbeit über Telegraphenleitungen die Lösung in der Form

$$Y(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-j\infty}^{+j\infty} \frac{A(z)}{z}\, e^{zt}\, dz,$$

wobei $A(z)$ die komplexe Admittanz bedeutet. Diese Arbeit enthält die erste Anwendung des Satzes über Restbeträge. K. W. Wagner (1916) geht in seiner Begründung der Heavisi-

[1]) F. Kesselring und F. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 71.

Digitized by Google

deschen harmonischen Entwicklung ebenfalls von dem Fourierschen Integral

$$V(t) = \frac{V}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{+j\infty} e^{pt} \frac{dp}{p}$$

aus und verwendet den Satz über Restbeträge. Ist $Z(p)$ die funktionale Impedanz, so ist der Strom

$$I(t) = \frac{V}{2\pi j} \int_{\gamma} \frac{e^{pt}}{pZ(p)} dp,$$

was mit $Z(p) = (p-p_1)(p-p_2) \ldots$ zur Heavisideschen Entwicklung führt. T. I. Bromwich (1916) beschäftigte sich dagegen mit einem System von homogenen Differentialgleichungen und setzt für die unbekannte Veränderliche das Laplacesche Integral ein. Auch auf diesem Wege können die Heavisideschen Reihenentwicklungen erhalten werden.

Den umfangreichen Untersuchungen, die J. R. Carson (1926) zur Begründung der Heavisideschen Regeln und deren Verwendung auf die Wanderwellenprobleme unternommen hat, liegt die symbolische Carsonsche Gleichung

$$\frac{f(p)}{p} = \int_0^{\infty} h(t)\, e^{-pt} d$$

zu Grunde. Sehr wertvolle Ergebnisse werden durch die Anwendung des Multiplikationstheorems von E. Borel erhalten. Carson gibt auch die ersten Tafeln von nach der letzten Gleichung zusammenhängenden Funktionen $f(p)$ und $h(t)$ an, die zur Vereinfachung der Rechnung beitragen. Von dem Fourierschen Integral ausgehend haben dagegen G. A. Campbell und R. M. Forster (1931) umfangreiche Tafeln der reziproken Funktionen

$$F(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(g)\, e^{-2\pi j f g} dg$$

und

$$G(g) = \int_{-\infty}^{+\infty} F(f)\, e^{-2\pi j f g} df$$

herausgegeben, die ebenfalls eine Vereinfachung der Rechnung bedeuten, wenn auch ihre Benutzung nicht gerade einfach ist.

Auf der letzten Stufe der Entwicklung stehen heute die Arbeiten von Van der Pol (seit 1929), der nicht nur eine einfache Begründung der Heavisideschen Reihenentwicklungen gab, sondern auch, von der Carsonschen Gleichung ausgehend und p in dieser Gleichung als eine gewöhnliche Veränderliche betrachtend, zahlreiche neue Beziehungen zwischen den Funktionen $f(p)$ und $h(t)$ angegeben hat. Sein Verfahren erwies sich als sehr fruchtbar und führte zu einer neuen Art von mathematischer Analyse, die nicht auf die theoretische Elektrotechnik beschränkt blieb.

Wenn auch die mathematischen Erfolge aller diese Arbeiten sehr wertvoll sind, bedeuten sie nach der Ansicht des Verfassers nur einen mäßigen Fortschritt für die eigentliche praktische Lösung der Schaltvorgänge. Deswegen scheint es ihm nicht überflüssig, auch auf andere Wege aufmerksam zu machen, die zur Lösung des Problems führen können. Es sind dies die Integration mit Hilfe eines Hochfrequenzverfahrens nach Blondel und das graphische Verfahren nach Bergeron. Das Verfahren von Blondel besteht in der Integration der Ausdrücke von der Form $P(\omega) \sin \omega t$ und $Q(\omega) \cos \omega t$, wobei P und Q gegebene Funktionen der Frequenz ω sind und nach der bekannten Admittanz bestimmt werden. Die Integration erfolgt in einem Spezialgerät durch Messung der Elektrizitätsmenge mit Hilfe einer Mehrgitterröhre, deren Gitterspannungen der Funktion P (oder Q) bzw. $\sin \omega t$ (oder $\cos \omega t$) proportional sind. Diese Proportionalität wird mit Hilfe von Photozellen erhalten, die durch in beweglichen Zylindern angeordnete Ausschnitte beleuchtet werden. Das graphische Verfahren von Bergeron löst die bekannten Aufgaben der Wanderwellenfortpflanzung und Wellenreflexion in einem Diagramm im Koordinatensystem i, u (Strom, Spannung), wo jeder Leitung mit konstantem Wellenwiderstand eine Gerade bestimmter Neigung entspricht. Durch eine Kombination der Wellenzüge wird ein Bild des Wanderwellenvorgangs erhalten.

(Anm. des Berichters: Bemerkenswert in der umfangreichen Arbeit ist die klare und exakte Darstellung der mathematischen Grundlagen des Problems und die Wiedergabe älterer, wenig bekannter Arbeiten von Poincaré und Giorgi. Doch sind wahrscheinlich dem Verfasser mehrere Arbeiten anderer Forscher entgangen (von den deutschen führt er nur K. W. Wagner an), was vielleicht zu der wenig günstigen Beurteilung der Möglichkeiten der rein mathematischen Behandlung des Problems beigetragen hat.) [A. Blondel, Rev. gén. Électr. 41 (1937) S. 227, 259, 298, 327 u. 379; 71 S., 28 Abb.] *ak*

Physik.

537. 523. 3 : 54 **Die stille Entladung als Grundlage von Gasreaktionen und ihre technische Anwendung.** — Lichtbogen und Funkenentladungen stören häufig infolge ihrer erhöhten Temperaturen die elektrochemischen Prozesse. Die stille Entladung mit ihrer niedrigen Temperatur läßt sich dagegen für besondere Fälle sehr gut anwenden. Technisch ist z. Z. von Bedeutung die Ozonerzeugung aus Sauerstoff oder Luft und die Polymerisation von pflanzlichen Ölen, Mineralölen und Gemischen von beiden. Hochgespannte Wechselströme verschiedener Frequenz zwischen 50 bis 10 000 Hz werden an Elektroden gelegt, die durch ein oder mehrere Dielektrika und einen freien Raum voneinander getrennt sind. Im freien Raum tritt die stille Entladung auf. Als Dielektrikum kommen Sonderglassorten und Preßspan zur Verwendung. Abb. 4 zeigt die Darstellung der gebräuchlichsten Anordnungen. Die angewendete Spannung hängt vom Bau der Einrichtungen und von der Betriebsweise ab. Entscheidend sind Stärke, Art und

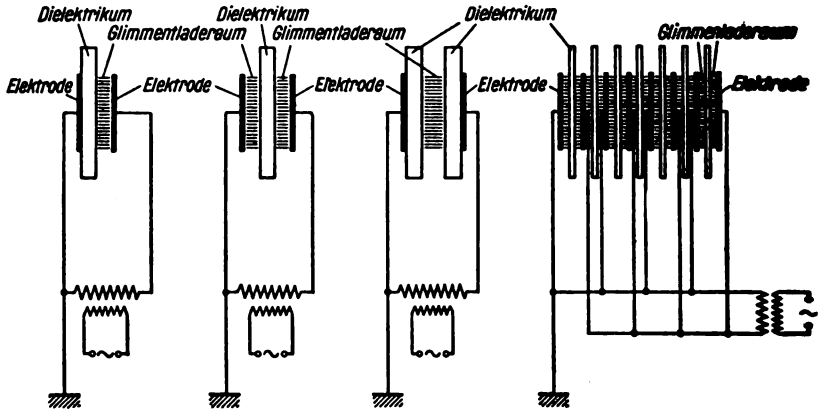


Abb. 4. Die gebräuchlichsten Anordnungen für stille elektrische Entladung.

Anzahl der Dielektrika, der Abstand der Elektroden voneinander, die Betriebstemperatur und der Gasdruck. Bei Wechselstrom von 50 Hz und einem Dielektrikum reichen rd. 8500 V aus. Wird durch den Entladungsraum Sauerstoff oder ein sauerstoffhaltiges Gas geschickt, so entstehen durch Elektronen- und Ionenstoß aus drei Molekülen O_2 zwei Moleküle O_3. Die Anwendung des Ozons geschieht als mehr oder weniger konzentriertes Gas. Verflüssigtes Ozon hat bisher in größerem Umfange keine Anwendung finden können, da es sehr explosibel und daher gefährlich zu handhaben ist. Ein Hochleistungsapparat erzeugt beim Betrieb mit Wechselstrom von 10 kHz und einer Belastung von etwa 10 bis 12 kW bei Verwendung von Sauerstoff etwa 1,25 kg Ozon/h. Bei Verwendung von Luft ist die Trocknung wichtig. Der Betrieb wird dadurch gleichmäßiger und die Ausbeute wesentlich höher.

Die Ozonanwendung ist eine vielfache. Unangenehme Geruchsstoffe namentlich organischer Art, werden durch das Ozon nicht nur überdeckt, sondern vernichtet. Keime, Bakterien, Schimmel und schädliche Insekten können durch Ozon wirkungsvoll bekämpft werden. Als Oxydationsmittel hat Ozon den Vorteil, keine störenden Rückstände zu hinterlassen, wie etwa Perboratsalze. Die Herstellung synthetischer Fettsäuren durch Ozon wird erwähnt. Für Luftverbesserungszwecke genügen geringe Ozonkonzentrationen von 0,1 bis 0,2 mg Ozon/m³. Für einen Kühlraum von 3000 m³ Inhalt genügt ein Energieaufwand von etwa 0,6 kW für die Ozonisierung.

Die Behandlung von Ölen durch stille Entladungen wird als „Voltol-Verfahren" bezeichnet. Aus dünnflüssigen Ölen kann man hochviskose Öle erzeugen, die ganz andere, sehr wertvolle Eigenschaften haben. Zwei verschiedenartige Systeme werden verwendet. Bei dem einen wird das Öl durch indifferente Gase

Digitized by Google

oder durch abgespaltenen Wasserstoff aufgeschäumt und geht durch den Glimmentladungsraum so lange in den Kreislauf, bis der gewünschte Effekt erreicht wird. Die Einleitung der Entladung geschieht durch Evakuieren und zusätzliches Heizen. Das andere System arbeitet mit einer großen Anzahl von Elektroden in einem horizontal gelagerten zylindrischen Kessel. Die Elektroden sind drehbar. Mittels Schöpfrinnen wird das Öl nach oben gefördert und geht nach unten als dünne Haut durch den Glimmentladungsraum. Hochgespannter Einphasenwechselstrom gelangt zur Anwendung. Die Höhe der Frequenz bewegt sich zwischen 0,5 und 10 kHz. Die wirksame Elektrodenfläche der großen technischen Einrichtungen beläuft sich auf mehrere hundert Quadratmeter. Die Verwendung der voltolisierten Öle als Extrakt oder mit anderen Ölen vermischt hat gerade bei hochbelasteten und schnellaufenden Maschinen und Verbrennungsmotoren Vorteile. Voltolisiertes Olivenöl soll sich besonders gut in der Gerbindustrie zum Einfetten von Leder eignen. Behandelte Leinöle können an Stelle des chinesischen Holzöles bei der Herstellung von Farben und Lacken verwendet werden. [R. Wiche, Siemens-Z. 17 (1937) S. 327; 7 S. 14 Abb.] *Sb.*

537. 567 Die Charakteristik des Townsendstromes und die Beeinflussung der Zündspannung einer Glimmentladung durch Bestrahlung. — R. Schade untersucht die an selbständigen Gasentladungen zwischen parallelen Elektroden auftretenden Veränderungen der Ionisierungsbedingungen als Funktion der Stromdichte. Es ergibt sich, daß die Anfangscharakteristik (Charakteristik des Townsendstromes) keine Parallele zur x-Achse ist, sondern eine fallende Gerade (Abb. 5). Deren Neigung hängt im wesentlichen von der Laufzeit der positiven Ionen ab, d. h. von ihrer Raumladungswirkung. Durch diese fallende Anfangscharakteristik ist auch die Beeinflussung der Zündspannung von Glimmentladungen durch Bestrahlung bestimmt. Als Zündspannung wird jene Spannung angesehen, bei der der unselbständige, gasverstärkte Photostrom in die selbständige Entladung übergeht, d. h. bei der $\mathrm{d}I/\mathrm{d}U = \infty$ ist. Die Versuche haben im Gegensatz zu den Untersuchungen anderer Beobachter einwandfrei ergeben, daß in reinen Edelgasen die bestrahlte Entladung immer bei einer niedrigeren Spannung (U_z) zündet als die unbestrahlte (U_0) und daß diese Zündspannungserniedrigung $U_0 - U_z$ proportional der Wurzel der durch Bestrahlung hervorgerufenen Fremdstromdichte i_0 ist (Abb. 6). Die Zündstromdichte i_z ist ebenfalls proportional der Wurzel der Primärstromdichte (Abb. 7). Im Gebiet niederer Drucke wurden also folgende erstmalig von Rogowski und Mitarbeitern aufgestellten Gesetzmäßigkeiten bestätigt:

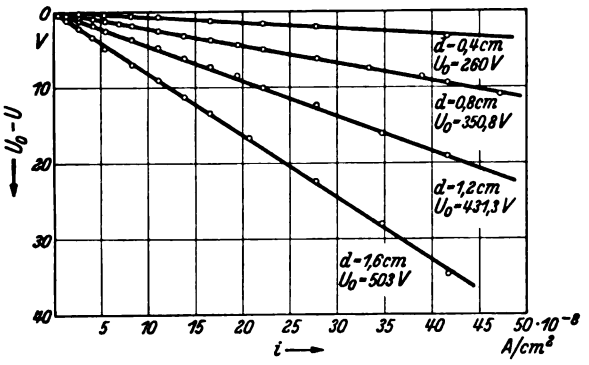


Abb. 5. Charakteristik des Townsendstromes bei verschiedenen Elektrodenabständen. Nickelelektroden. Argon 10,6 Torr.

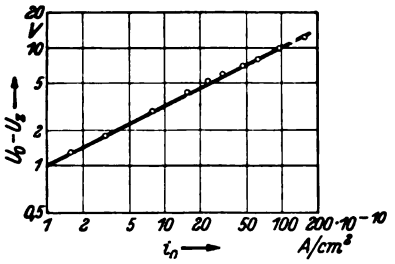


Abb. 6. Zündspannungserniedrigung als Funktion der Vakuumphotostromdichte. Kathode mit Barium bedampft. Argon 10 Torr.

1. Charakteristik: $U = U_0 - K_1 i$,
2. Zündspannung bei Bestrahlung: $U_z = U_0 - K_2 \sqrt{i_0}$,
3. Zündstromstärke: $i_z = K_3 \sqrt{i_0}$.

Ferner wurde theoretisch und experimentell nachgewiesen:

4. $$K_3 = \frac{K_2}{2 \cdot K_1}.$$

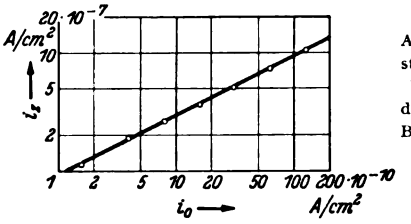


Abb. 7. Zündstromstärke als Funktion der Vakuumphotostromdichte. Kathode mit Barium bedampft. Argon 10 Torr.

Alle Beobachtungen lassen sich nach der von Rogowski vertretenen Auffassung einer feldstärkeabhängigen Größe γ verstehen. [R. Schade, Z. Phys. 105 (1937) S. 595; 25 S., 10 Abb.] *Vb.*

537. 525. 5 Emissionsverteilung und Wärmeableitung im Lichtbogen. — R. W. Schmidt untersucht das Spektrum eines Gleichstromlichtbogens zwischen Cu-, Ag- und Fe-Elektroden in Abhängigkeit von der Temperatur der Kathode. Er findet, daß die Intensität der Funkenlinien mit sinkender Kathodentemperatur steigt, während die Intensität und Verbreiterung der Bogenlinien vor der Kathode mit wachsender Temperatur zunimmt. Das Ergebnis deckt sich mit anderen Untersuchungen. Immer dann, wenn die Elektroden nicht auf hoher Temperatur sein können, also bei kleinen Stromstärken, im Abreißbogen, unmittelbar nach der Zündung oder schließlich in Wasserstoffatmosphäre erscheinen die Funkenlinien intensiv. Maßgebend für das Auftreten und Verschwinden der Funkenlinien vor den Elektroden sind also letzten Endes die Wärmeverluste des Lichtbogens. [R. W. Schmidt, Z. Phys. 106 (1937) S. 35; 13 S., 2 Abb.] *ue.*

537. 543 Korpuskulare und thermische Schwankungen in Elektronenröhren. — Die statistischen Strom- und Spannungsschwankungen in Röhren haben zwei Ursachen. Die eine besteht in den als Schroteffekt bezeichneten zufälligen Schwankungen der Teilchenzahl des Elektronenstromes, die andere in den thermischen Stromschwankungen der angeschlossenen Leiter. Die Zusammenhänge zwischen beiden Erscheinungen untersucht W. Schottky. Er vergleicht die Schwankungen infolge des Schroteffekts mit den thermischen Schwankungen eines gewöhnlichen Widerstandes, dessen Wert gleich dem differentiellen Widerstand der Elektronenlaufstrecke ist. Für eine raumladungsfreie Anlaufstrecke ergibt sich im ebenen Fall immer und im Grenzfall bei axial- oder zentralsymmetrischen Anordnungen ein halb so großer Schwankungseffekt wie bei einem Widerstand von Kathodentemperatur. Bei Elektronenentladungen mit Raumladungsschwelle ist der Schwankungseffekt nicht nur um den Faktor ½, sondern überdies noch im Verhältnis des Widerstandes R_1 der Anlaufstrecke zum gesamten Widerstand R der Raumladungsstrecke kleiner. Die Untersuchung, wann das Röhrenrauschen kleiner als das thermische Rauschen des Anodenwiderstandes ist, hat in Verstärkerschaltungen nur dann Bedeutung, wenn ungewöhnlich kleine ohmsche Widerstände im Gitterkreis vorhanden sind. In allen sonstigen Fällen wird das thermische Rauschen des äußeren Gitterwiderstandes, im Verhältnis der Energieverstärkung der Röhre vergrößert, im Anodenkreis wirksam. Die Berechnung des äquivalenten Gitterwiderstandes zeigt, daß das Eigenrauschen der Verstärkerröhren unter idealen Bedingungen in den meisten Fällen klein gegenüber dem Temperaturrauschen des äußeren Gitterwiderstandes ist. Infolgedessen beeinflußt auch die Temperatur der Glühkathode das Rauschen von Verstärkerröhren unter idealen Bedingungen nur in relativ kleinem Betrage. Die Ergebnisse für Raumladungsstrecken werden allerdings geändert, wenn die Lagenverschiebung der Potentialschwelle durch die Schwankungen der übergehenden und der vor der Schwelle umkehrenden Elektronen in Rechnung gesetzt wird. Qualitativ bleiben die Schlußfolgerungen bestehen, doch tritt an Stelle des Widerstandes R_1 ein größerer Widerstand. [W. Schottky, Z. Phys. 104 (1937) S. 248; 27 S., 3 Abb.] *Br.*

Digitized by Google

538. 566. 2. 029. 6 **Beugung und Brechung von Ultrakurzwellen.** — T. L. Eckersley berechnet die Ausbreitung elektrischer Wellen von 2 bis 10 m Länge auf einer kugelförmigen Erde unter Berücksichtigung der Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstanten. Als Erdkonstanten benutzt er für die Ausbreitung über Land $\sigma = 10^{-13}$, $\varepsilon = 5$, über See $\sigma = 10^{-11}$, $\varepsilon = 80$. Die Ergebnisse werden in graphischer Form wiedergegeben; die Kurven zeigen die Feldstärke eines Dipols, der 1 kW ausstrahlt, für alle Entfernungen bis 400 km und für

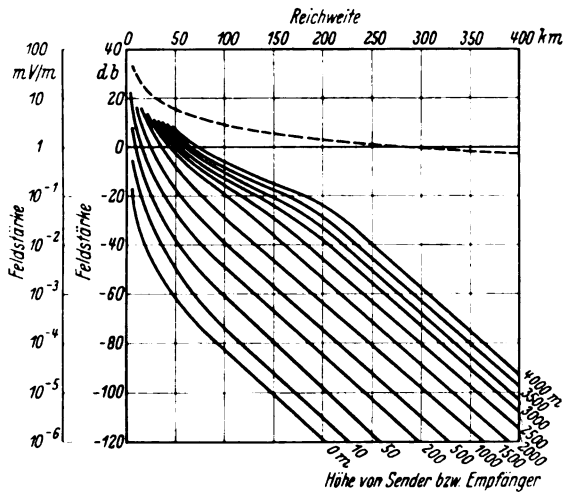
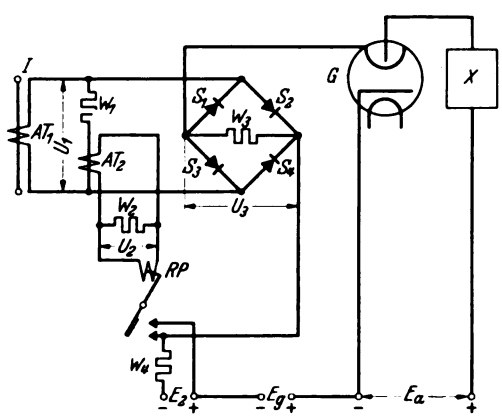


Abb. 8. Feldstärke eines Senders von 1 kW Leistung.

Höhen bis 4000 m. Eines der Kurvenbilder zeigt Abb. 8. Die gestrichelte Kurve stellt die Feldstärke über einer vollkommen leitenden Ebene dar. Die andern Kurven zeigen für kleinere Höhen, wie sie im allgemeinen für das Fernsehen in Frage kommen, kein plötzliches Absinken der Feldstärke außerhalb der optischen Sehweite. Die berechneten Werte stimmen gut mit den Beobachtungen überein, so daß, von Ausnahmefällen abgesehen, die der Theorie auch zugängliche Brechung in der Erdatmosphäre keinen merklichen Einfluß auf die Ausbreitung zu haben scheint. [T. L. Eckersley, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 286; 18 S., 38 Abb.] *Wba.*

621. 396. 662. 5 **Wege zum selbständigen Auffinden und Einregeln von Maxima- und Minima-Bedingungen physikalischer Größen.** — Die Abstimmung eines



G	Schaltröhre	$W_1 \cdots W_4$	Widerstände
AT_1, AT_2	Stromtransformatoren	RP	polaris. Relais
$S_1 \cdots S_4$	Spannungsweichen	X	betätigte Einrichtung

Abb. 9. Extremwertzeit-Relaisvorrichtung für I mit polaris.-elektromagnetischem Relais für die 2. Ableitung.

Empfangsgeräts auf einen bestimmten Sender läßt sich auf Grund einer vorherigen Eichung nur grob vornehmen. Die Feinabstimmung erfordert, diejenige Einstellung zu finden, bei der die an einem Schwingungskreis des Gerätes auftretende Effektivspannung V ein Maximum erreicht. Von den verschiedenen Wegen, die W. Knopfmacher untersucht, soll hier nur eine einfache Schaltung besprochen werden (Abb. 9). Der der Spannung V proportionale Strom I erzeugt in der Sekundärspule des Transformators AT_1 eine Spannung u_1, die der ersten Ableitung von I proportional ist. Bei einem Maximum von I muß u_1 also gleich Null sein. In diesem Augenblick soll die als Schaltröhre dienende gasgefüllte, gittergesteuerte Entladungsröhre G (Thyratron) ansprechen. Eine solche Röhre spricht an, wenn die Gitterspannung gleich der Zündspannung E_g wird. Die aus vier Kupferoxydul-Gleichrichtern S_1, S_2, S_3, S_4 in Graetzschaltung aufgebaute Spannungsweiche bewirkt, daß die Gitterspannung, unabhängig von dem Vorzeichen von u_1, immer um einen Betrag u_3 kleiner als E_g ist. Nur wenn $u_1 = 0$ ist, wird auch $u_3 = 0$; das Gitter erhält die Zündspannung E_g; die Röhre spricht an und betätigt die zu schaltenden Einrichtungen X. Da die erste Ableitung auch bei einem Minimum und bei einem Wendepunkt gleich Null wird, muß dafür gesorgt werden, daß die Röhre nur dann anspricht, wenn die zweite Ableitung negativ ist. Dazu dient das polarisierte Relais RP. An ihm liegt die Sekundärspannung des Transformators AT_2, die proportional der ersten Ableitung von u_1, also auch proportional der zweiten Ableitung von I ist. Ist das Relais offen, so ist die Gitterspannung um die Zusatzspannung E_2 kleiner als die Zündspannung E_g; ist es geschlossen, so ist E_2 ausgeschaltet. Das Relais läßt sich durch eine zweite Schaltröhre ersetzen, die auch mit der ersten vereinigt werden kann. Ferner werden Schaltungen angegeben, die Extremwerteinstellungen mit zeitunabhängigen Relaisvorrichtungen gestatten. [W. Knopfmacher, Dissertation T. H. Berlin 1936; 96 S., 41 Abb.] *Bv.*

AUS LETZTER ZEIT.

Zehn Jahre Fachnormenausschuß für Bibliotheks-, Buch- und Zeitschriftenwesen. — Unter Führung des Generaldirektors der Staatsbibliothek Berlin, Herrn Geheimrat Prof. Dr. Krüß, hat sich der Ausschuß die Aufgabe gestellt, die Technik geistiger Arbeit zu vereinheitlichen und der schöpferischen Kraft durch Verminderung mechanischer Arbeit zu größerer Leistung zu verhelfen. Die Erfolge erstrecken sich auf die einheitliche Gestaltung der Ordnungsleiste, der Zeitschriftentitel und deren Abkürzung, die Bearbeitung der Dezimalklassifikation, Richtlinien für Buchbesprechungen usw. Unter internationaler Anerkennung hat die nun 10jährige Arbeit eine führende Stellung Deutschlands in der Zusammenarbeit der Länder begründet.

Jubiläum des Drehstroms. — Am 12. Oktober waren 50 Jahre verflossen, seit die erste Drehstromanlage der Welt dem praktischen Betrieb übergeben wurde[1]). Damals, 1887, war die Zeit reif für diese Erfindung, und so ist sie denn auch etwa gleichzeitig von mehreren Seiten gemacht worden: theoretisch von Ferraris, praktisch von Haselwander und Tesla, um nur die wichtigsten Namen zu nennen. Für Deutschland sind dann die Arbeiten von Dolivo-Dobrowolsky am wichtigsten geworden, der die hohe Bedeutung des Drehstromsystems erkannte, seine Verwendung durchsetzte und selbst grundlegende Konstruktionen schuf[2]). — Die eingangs erwähnte erste Anlage hat F. A. Haselwander gebaut und in einer Hutfabrik seiner Vaterstadt Offenburg am 12. 10. 1887 in Betrieb gesetzt. Im gleichen Monat meldete Tesla in Amerika sein erstes Drehstrompatent an. Haselwanders Verdienst ist sehr wenig bekannt geworden, weil über der praktischen Auswertung seiner Erfindungen ein Unstern schwebte, der den mehrfach sehr erfolgreichen Erfinder schließlich zum verbitterten Menschen werden ließ. — 1920 ernannte ihn die T. H. Karlsruhe zum Dr.-Ing. E. h.; die Stadt Offenburg hat vor wenigen Tagen am Geburtshaus Haselwanders eine Gedenktafel enthüllt, die ihn als Erfinder des Drehstrommotors und des kompressorlosen Ölmotors feiert. Diese letzte Ehrung hat Haselwander nicht mehr erlebt; er starb im März 1932, 72 Jahre alt, in Offenburg.

[1]) In der ETZ 53 (1932) S. 373 veröffentlichten wir im Nachruf auf Haselwander ein Bild der ersten Drehstrommaschine.

[2]) Vgl. Dolivo-Dobrowolsky, Aus der Geschichte des Drehstromes. ETZ 38 (1917) S. 341.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat die Bestimmungen für Schalter, die in VDE 0610 enthalten sind, überarbeitet. Der neue Entwurf zu VDE 0632 „Vorschriften für Schalter bis 750 V 25 A" wird nachstehend bekanntgegeben. Einsprüche sind bis zum 31. Dezember 1937 der Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

VDE 0632

Vorschriften für Schalter bis 750 V 25 A.

Inhaltsübersicht.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
§ 3. Begriffe.
§ 4. Aufschriften.
§ 5. Spannung und Stromstärke.
§ 6. Normen.
§ 7. Allgemeine Bauvorschriften.
§ 8. Leitungsanschlüsse.
§ 9. Zugentlastung und Verdrehungsschutz bei Schnurschaltern.
§ 10. Betätigungsvorrichtung.
§ 11. Schaltstellung.
§ 12. Kriech- und Luftstrecken.
§ 13. Berührungsschutz.
§ 14. Isolation.
§ 15. Schaltleistung. Verhalten im Gebrauch.
§ 16. Mechanische Festigkeit.
§ 17. Wärmesicherheit.
§ 18. Reihenfolge und Bewertung der Prüfungen.
§ 19. Lichtdrücker.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für Schalter, die nach dem ..... hergestellt werden[1]).

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für Schalter für Nennspannungen von 250 bis 750 V und Nennstromstärken von 1 bis 25 A, wie z. B. Drehschalter, Kippschalter, Druckknopfschalter, Zugschalter sowie Schalter, die durch Fingerdruck, Gewichtsbelastung oder Lageänderung im Einschalt- oder Ausschaltzustand gehalten werden.

b) Anlaß- und Steuerschalter, Steuerdruckknöpfe, Trennschalter, Meßumschalter, Zellenschalter, fernbetätigte Schalter sowie Selbstschalter, deren Betätigung durch elektrische, magnetische oder Wärmeeinwirkung erfolgt, unterliegen nicht diesen Vorschriften.

Für schlagwettergeschützte Schalter gilt VDE 0170 „Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V.S.S.".

§ 3.

Begriffe.

a) Nennspannung ist die Spannung, für die der Schalter gebaut und benannt ist.

b) Nennstrom ist die Stromstärke, für die der Schalter gebaut und benannt ist.

[1]) Genehmigt durch .....

c) Kriechstrecke ist der kürzeste Weg längs der Oberfläche eines Isolierteils zwischen Spannung führenden Teilen gegeneinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und Erde oder der Berührung zugänglichen Stellen.

d) Luftstrecke ist der kürzeste Luftabstand Spannung führender Teile gegeneinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und Erde oder der Berührung zugänglichen Stellen.

e) Schutzleitung ist der Sammelbegriff für die leitende Verbindung zwischen dem zu schützenden Gerät und dem Erder (bei Erdung), dem Nulleiter (bei Nullung) oder dem Schutzschalter (bei Schutzschaltung).

f) Als Schaltwerk gelten alle zur Bewegung der Stromschlußstücke dienenden Teile (z. B. Achse, Spannfeder, Kniehebel, Kippgesperre, Riegel, Raste) mit Ausnahme der den Stromschluß bewirkenden Metallteile.

g) Isolierstoff ist der Sammelbegriff für alle isolierenden Werkstoffe, wie z. B. keramische Isolierstoffe, nicht keramische Isolierpreßstoffe, Glimmer, Hartpapier usw.

h) Installationsschalter sind Schalter, die in festverlegte Leitungen eingebaut werden.

i) Geräteschalter sind Schalter, die in und an Geräten sowie Gerätesteckdosen Verwendung finden, auch Schnurschalter in und an beweglichen Leitungen.

k) Lichtdrücker sind 1-polige Schalter, die einen kurzzeitigen Stromschluß bewirken und deren Schaltwerk einschließlich der stromschlußbewirkenden Metallteile nach der Betätigung (Loslassen des Betätigungsteiles) von selbst in die Ausgangsstellung zurückgeht. Sie dienen nur zum Einschalten und nicht zum Ausschalten.

l) Warmschalter sind Schalter, die betriebsmäßig auch bei Umgebungstemperaturen von mehr als 60° verwendbar sind.

m) Erde sind unmittelbar mit der Erde verbundene Metallteile oder Anlageteile, die von mit der Erde in Verbindung stehenden Personen berührt werden können.

§ 4.

Aufschriften.

a) Nachstehende Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich auf einem Hauptteil so angebracht sein, daß sie möglichst am montierten Schalter nach Entfernen der Abdeckung sichtbar sind:

Ursprungszeichen,
Nennspannung,
Nennstromstärke,
Stromart, falls der Schalter nur für eine Stromart bestimmt ist.

Die Bezeichnung von Stromstärke und Spannung kann z. B. sein: 10 A 250 V oder 10/250 oder $\frac{10}{250}$.

Warmschalter müssen außerdem mit **T** bezeichnet sein.

Angabe der Nennspannung, Nennstromstärke, Stromart und des **T**-Zeichens ist auf abnehmbaren Schalterabdeckungen unzulässig.

b) Nicht keramische gummifreie Isolierstoff-Preßteile müssen, soweit es technisch ausführbar ist, das vom Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem erteilte Überwachungszeichen tragen, das gleichzeitig Herkunft und Typ erkennen läßt.

c) Bei Schaltern mit mehr als zwei Anschlußklemmen mit Ausnahme des Schalters 7 (DIN VDE 9290) sind die Netzanschlußklemmen durch **P** zu kennzeichnen.

d) Die Anschlußstelle für die Schutzleitung ist durch ⏚ zu kennzeichnen.

§ 5.

Spannung und Stromstärke.

a) Schalter dürfen nur für eine der nachstehenden Nennspannungen gebaut sein: 250, 500, 750 V und für Drehstromnetze mit geerdetem Nulleiter 220/380 V.

b) Schnurschalter dürfen nur für 250 V gebaut sein und sind nur für Nennstromstärken bis einschließlich 10 A zulässig.

c) Nennstromstärken sind 1, 2, 4, 6, 10, 15 und 25 A.

d) Für Installationsschalter 250 V ist die Mindeststromstärke 6 A.

Digitized by Google

e) Schalter in und an Gerätesteckdosen nach DIN VDE 9490 dürfen nur für 250 V und 10 A gebaut sein.

f) 1- und 2-polige Schalter bis 10 A 250 V müssen für Gleich- und Wechselstrom gebaut sein.

§ 6.

Normen.

a) Nachstehende Normen müssen eingehalten werden:

DIN VDE 430 Stahlpanzerrohrgewinde, Gewindeform,
„ „ 6200 Anschlußbolzen, Konstruktionsblatt,
„ „ 6206 Anschlußklemmen.

b) Ausführungen nach nachstehenden Normen sind anzustreben:

DIN VDE 55 Schutzarten für Installationsmaterial[2]),
„ „ 6250 Einführungsöffnungen[2]),
„ „ 9040 Stopfbuchsverschraubungen aus Metall,
„ „ 9041 Stopfbuchsverschraubungen aus Isolierpreßstoff,
„ „ 9070 Unterputzdosen aus Kunstharzpreßstoff[2]),
„ „ 9100 Mittenabstände für Sockel-Befestigungslöcher[2]),
„ „ 9290 Dosenschalter, Schalterbezeichnungen.

Nicht genormte Ausführungen und Bauteile dürfen mit genormten nicht verwechselbar sein, wenn hierdurch die Sicherheit beeinträchtigt werden kann.

§ 7.

Allgemeine Bauvorschriften.

a) Schrauben, die Kontakte vermitteln, müssen aus Metall bestehen und in metallenes Muttergewinde eingreifen.

b) Kontaktflächen müssen elektrisch gut leitend und so beschaffen sein, daß ein die Sicherheit des Schalters beeinträchtigendes Ansteigen des Kontaktwiderstandes, z. B. durch Oxydbildung, verhindert wird.

c) Bei tropfwassergeschützten Schaltern muß das Anbringen einer Ablauföffnung von etwa 5 mm Durchmesser für Kondenswasser möglich sein.

d) Der Raum für die anzuschließenden Leitungen muß so bemessen sein, daß durch die Leitungen die Wirkungsweise des Schalters nicht beeinträchtigt wird.

e) Einführungsöffnungen für Leitungen müssen so ausgebildet sein, daß die Schutzumhüllungen der Leitungen (Gummihülle, Beflechtung, Mäntel der Rohrdrähte, Rohre usw.) mit in den Schalter eingeführt werden können.

f) Kanten, durch die die Isolation der Leitungen beschädigt werden kann, müssen vermieden werden.

g) Schalter müssen so gebaut sein, daß sie zuverlässig befestigt werden können.

§ 8.

Leitungsanschlüsse.

a) Schalter müssen nur durch Werkzeug bedienbare Anschlußschrauben für die Leitungen haben.

Geräteschalter bis 250 V, an die die Zuleitung vom Netz nicht unmittelbar angeschlossen werden soll, können auch für Lötanschluß eingerichtet sein.

b) Die Anschlußklemmen für die Leitung müssen so beschaffen sein, daß der Anschluß mit genügendem Kontaktdruck ohne Beschädigung der Leitung erfolgen kann. Das Ausweichen der Leitung und das Abspleißen einzelner Drähte muß zuverlässig verhindert sein.

Sie müssen außerdem so eingerichtet sein, daß die Leitungen ohne besondere Zurichtung (wie z. B. Biegen einer Öse) nur von vorn eingeführt und angeschlossen werden können und ihre Lage beim Anziehen der Schrauben nicht unzulässig ändern. Eine Bedienung des Leitungsanschlusses muß auch nach Befestigung des Schaltersockels möglich sein. Diese Forderungen gelten nicht für Geräteschalter.

c) Schrauben und Muttern, die bei Einbau und Anschluß von Schaltern bedient werden müssen, dürfen nicht zur Befestigung von Kontaktteilen dienen, wenn durch deren Lageänderung Kriech- und Luftstrecken unterschritten oder die Wirkungsweise des Schalters beeinträchtigt werden kann.

d) Die Anschlußvorrichtungen müssen für folgende Leitungsquerschnitte bemessen sein:

unter	6 A	0,75 bis	1 mm²
	6 A	1 „	1,5 mm²
	10 A	1,5 „	2,5 mm²
	15 A	1,5 „	4 mm²
	25 A	4 „	10 mm²,
für Schnurschalter bis	6 A	0,75 mm²	
„	10 A	0,75 bis 1 mm².	

[2]) In Vorbereitung.

§ 9.

Zugentlastung und Verdrehungsschutz bei Schnurschaltern.

a) Bei Schnurschaltern müssen die Anschlußstellen der Leitung von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gegeneinander gesichert werden können. Die Art der Ausführung der Zugentlastung muß leicht erkennbar sein. Teile der Vorrichtung für die Zugentlastung und den Verdrehungsschutz dürfen nicht Spannung führend sein. Lose Teile zur Herstellung der Zugentlastung und des Verdrehungsschutzes sind unzulässig.

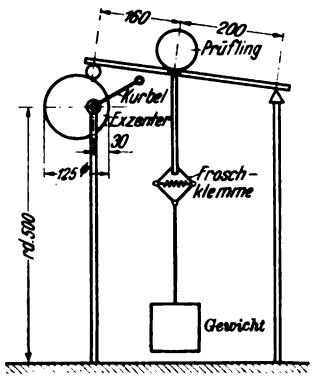


Abb. 1.

b) Zur Prüfung der Zugentlastung sind die Leitungsadern von den Anschlußklemmen zu lösen.

Zur Prüfung dient das in Abb. 1 beschriebene Gerät. Die Prüflinge sind so anzuordnen, daß die Leitung in gerader Richtung von der Austrittstelle aus dem Prüfling durch die Bohrung im Hebelarm des Prüfgerätes geführt und mit dem Belastungsgewicht belastet wird.

Das Gewicht ist so an der Leitung zu befestigen, daß sie in der tiefsten Stellung des Hebelarmes des Prüfgerätes unbelastet bleibt, das Gewicht aber während der Hubbewegung mindestens auf der Hälfte des Weges angehoben wird.

Die Zugentlastungsvorrichtung der so vorbereiteten Prüflinge muß einen Zug von 8 kg 50mal aushalten. In 1 s muß ein Zug ohne ruckweises Anheben erfolgen.

Nach der Prüfung darf keine Beschädigung der Leitung oder ihrer Umhüllung durch die Zugentlastungsvorrichtung erfolgt sein und die Leitung sich um nicht mehr als 2 mm in der Einführungsöffnung verschoben haben.

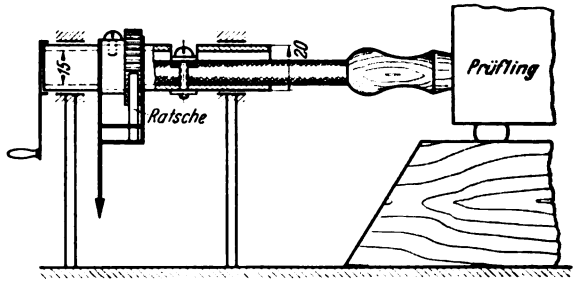


Abb. 2.

c) Zur Prüfung des Verdrehungsschutzes der Anschlußleitung dient ein Prüfgerät nach Abb. 2. Die Anschlußschrauben werden nur so leicht angezogen, daß die Adern ihre Lage nicht ohne weiteres ändern und ihnen dadurch nur ein Halt gegen zufälliges Herausgleiten aus den Anschlußklemmen gegeben wird.

Zur Prüfung wird die Anschlußleitung dicht an der Einführungsstelle in das Gerät mit einem Drehmoment von 2500 gcm 1 min lang belastet.

Nach dieser Prüfung dürfen sich die Leitungsenden in den Anschlußklemmen des Prüflings nicht verlagert haben.

§ 10.

Betätigungsvorrichtung.

a) Griffe, Knebel und Drücker müssen aus Isolierstoff bestehen. Übertragungsteile an Zug- und Stangenschaltern müssen, wenn sie nicht aus Isolierstoff bestehen, von den Metallteilen des Schaltwerks isoliert sein.

Griffe, Knebel, Drücker, Zughebel dürfen nur mittels Werkzeugs entfernbar sein.

b) Bei Schaltern für Steckschlüsselbetätigung muß die Eingriffstelle für den Steckschlüssel, auch wenn er aus Isolierstoff besteht, von den Metallteilen des Schaltwerks isoliert sein.

§ 11.

Schaltstellung.

a) Schalter müssen gesicherte Schaltstellungen (Rasten) der Stromschlußteile haben.

Digitized by Google

b) Bei mehrpoligen Schaltern und bei Schaltern für Nennspannungen über 250 V müssen die Schaltstellungen erkennbar sein. Zugschalter sowie Schalter 6 und 7 bis 250 V fallen nicht unter diese Vorschrift. Die Übereinstimmung der Stellung der Stromschlußteile mit der äußeren Kennzeichnung der Schaltstellung muß zwangläufig sein.

c) Bei farbiger Kennzeichnung der Schaltstellung muß bei eingeschaltetem Schalter rot sichtbar sein. Bei Kennzeichnung durch Ziffern oder Zeichen ist die Ziffer 0 oder das Zeichen O als Kennzeichnung für die offene Schaltstellung, das Zeichen | für die Einschaltstellung zu verwenden.

d) Bei Geräteschaltern mit Abdeckung müssen die Schaltstellungen auf der Abdeckung durch Wörter, Ziffern oder Zeichen gekennzeichnet sein. Bei Anwendung von Ziffern muß der Schaltstellung der größeren Stromstärke die höhere Ziffer und der Ausschaltstellung die Ziffer 0 entsprechen. Bei Zeichen ist sinngemäß zu verfahren.

e) Schalter für schmiegsame Elektrowärmegeräte (Heizkissen) nach VDE 0725 „Vorschriften für schmiegsame Elektrowärmegeräte[3])" müssen allpolig abschalten. Umschalter müssen so gebaut sein, daß die Schaltbewegung in Endstellungen begrenzt wird. In den beiden Endstellungen muß der Schalter den Stromkreis unterbrechen oder in einer der beiden Endstellungen unterbrechen und in der anderen die kleinste Stromstufe eingeschaltet lassen.

§ 12.
Kriech- und Luftstrecken.

a) Nachstehende Kriech- und Luftstrecken dürfen nach ordnungsmäßigem Anschluß der Leitungen größtmöglichen Querschnittes nicht unterschritten sein:

	220/380 V	500 V	750 V
1. Kriechstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und der Wand (auch bei Verwendung von Vergußmasse)	6	10	12 mm
2. Kriechstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen	4	6	8 „
3. alle anderen Kriechstrecken . .	3	5	7 „
4. Luftstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und der Wand	4	6	8 „
5. Luftstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen	6	10	12 „
6. alle anderen Luftstrecken . . .	2	4	6 „

b) Kriech- und Luftstrecken nach a) Ziffer 2 und 5 müssen auch gegenüber den Befestigungsschrauben für den Sockel eingehalten werden und zwar unter Berücksichtigung von Schrauben nach DIN 84.

§ 13.
Berührungsschutz.

a) Für Geräteschalter gelten die nachstehenden Bestimmungen nur für die Teile, die nach Einbau des Geräteschalters in ein Gerät der Berührung zugänglich bleiben.

b) Spannung führende Teile sowie Metallteile des Schaltwerks müssen im Gebrauchszustand des Schalters der zufälligen Berührung entzogen sein.

c) Lackierung, Emaillierung und Oxydierung von Metallteilen gelten nicht als Isolierung.

d) Metallteile des Schaltwerks, die bei Schadhaftwerden der Betätigungsvorrichtung berührt werden können, müssen von Spannung führenden Teilen isoliert sein.

e) Zwischen nicht Spannung führenden Teilen des Schaltwerks und damit verbundenen Metallteilen einerseits und einer ebenen Unterlage des Sockels, Befestigungseinrichtungen für Schaltereinsätze bei Unterputzverlegungen sowie berührbaren Metallteilen andererseits müssen Abstände entsprechend den Kriechstrecken nach § 12a) Ziffer 3 eingehalten sein.

Ist das Schaltwerk von Spannung führenden Teilen nicht isoliert, so sind die Werte der Kriech- und Luftstrecken nach § 12a) Ziffer 2 bzw. 5 erforderlich.

f) Abdeckungen dürfen nur mittels Werkzeug entfernbar, ihre Befestigungsmittel nicht Spannung führend sein. Stehen die Befestigungsmittel mit dem Schaltwerk in leitender Verbindung, müssen auch sie der zufälligen Berührung entzogen sein.

g) Metallgehäuse und -abdeckungen, die der Berührung zugänglich sind, müssen zum Anschluß einer Schutzleitung eingerichtet oder mit einer haltbaren Isolierschicht ausgekleidet sein. Die Schutzleitung muß innen und außen am Gehäuse angeschlossen werden können. In die Wand einzulassende Gehäuse aus Metall sind ohne Schutzleitungsanschluß zulässig, wenn ihre Vorderseite mit Isolierstoff abgedeckt ist. Bestehen derartige Metallabdeckungen aus mehreren Teilen, so müssen sie leitend miteinander verbunden sein.

h) Schalter mit Tropf-, Spritz- und Schwallwasserschutz in Isoliergehäusen, die mehr als eine Leitungseinführungsmöglichkeit haben, müssen im Innern eine Schraubklemme zur Verbindung der Schutzleitungen haben.

i) Mit einem Tastfinger nach DIN VDE 300 ist festzustellen, ob eine zufällige Berührung Spannung führender Teile und des Schaltwerks möglich ist. Die Prüfung wird an Schaltern ohne Berührungsschutz nicht durchgeführt.

Die Prüfung erfolgt im Gebrauchszustand des Schalters nach Schaltbild in DIN VDE 300.

§ 14.
Isolation.

a) Schalter nicht wassergeschützt.

Der Schalter ist zunächst mindestens 4 h bei einer Temperatur von 20 bis 30° und danach 24 h im feuchten Raum bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% und bei einer Temperatur von 30 ± 2° zu lagern.

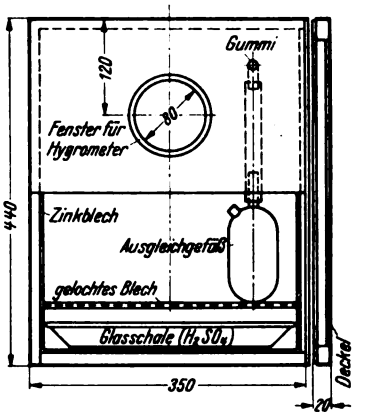


Abb. 3.

Die Erzeugung der Luftfeuchtigkeit erfolgt in einem Prüfgerät durch ein Schwefelsäure-Wasser-Gemisch (siehe Abb. 3). Zur Aufnahme der Flüssigkeit dienen Glasschalen, die den Boden des Prüfgerätes möglichst bedecken. Die Flüssigkeitshöhe soll nicht unter 30 mm sein. Es ist verdünnte Schwefelsäure mit einem spezifischen Gewicht von 1,12 ± 0,5% (bei 20°) zu verwenden.

Das Prüfgerät ist an einem vor Temperaturschwankungen geschützten Platz aufzustellen. Die in dem Prüfgerät zu lagernden Prüflinge sollen höchstens 1/3 des Inhaltes des Prüfkastens ausfüllen.

Unmittelbar nach der Lagerung im Feuchtigkeitskasten wird eine Wechselspannung gleich der 4-fachen Nennspannung, mindestens aber 1500 V, 1 min lang an die zu prüfenden Teile des Schalters gelegt.

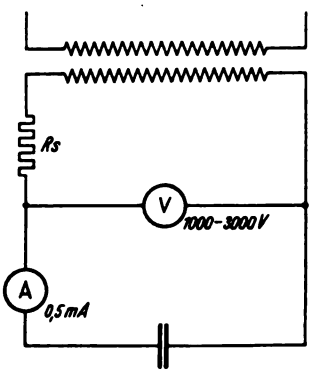


Abb. 4.

Für die Meßanordnung gilt Abb. 4.

Zur Prüfung wird ein Transformator benutzt, dessen Sekundärleistung mindestens 100 VA ist. Die Spannung ist vom halben Wert zum Endwert stetig oder in einzelnen Stufen von etwa je 5% der Endspannung zu steigern.

Die Prüfung erfolgt in eingeschalteter Stellung zwischen Spannung führenden Teilen einerseits und

den Befestigungsschrauben,
dem Metallgehäuse oder, falls das Gehäuse nicht aus Metall besteht, einer unter den Schalter gelegten Metallplatte,
dem Träger des Betätigungsteiles, z. B. Achse andererseits sowie auch

zwischen dem Träger des Betätigungsteiles einerseits und

dem Metallgehäuse oder, falls das Gehäuse nicht aus Metall besteht, einer unter den Schalter gelegten Metallplatte andererseits.

Die Prüfung erfolgt in ausgeschalteter Stellung

zwischen Pol und Pol,
zwischen Zuleitung und Ableitung,
zwischen dem mit Stanniol umhüllten Betätigungsteil und dessen Träger,
bei ausgekleidetem Metallgehäuse zwischen dem Metallgehäuse und einem über die Auskleidung gelegten Stanniolbelag.

[3]) In Vorbereitung.

Digitized by Google

Bei der Prüfung darf weder Durchschlag noch Überschlag auftreten.

Der Stromdurchgang darf bei einer Prüfspannung

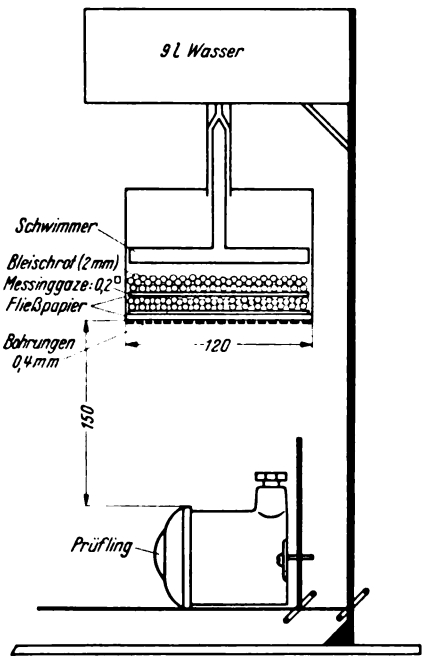
von 1500 V Wechselstrom nicht höher als 0,75 mA,
„ 2000 V „ „ „ „ 1,00 mA,
„ 3000 V „ „ „ „ 1,50 mA sein.

b) Schalter tropfwassergeschützt.

Nach Verschließen der Öffnungen für die Einführung der Leitungen oder Rohre sind die Schalter in der Gebrauchslage mindestens 3 h lang nachstehender Behandlung zu unterziehen:

An die inneren Abdichtungsstellen des Prüflings ist wasserlösliches, stark färbendes Pulver (z. B. Anilinfarbe) zu bringen.

Aus einem Gefäß von 12 cm Durchmesser, dessen Boden 25 über die ganze Fläche gleichmäßig verteilte und mit einer



(Schichtdicke des Bleischrots 10 mm)

Abb. 5.

Tropfvorrichtung versehene Öffnungen hat (Abb. 5), wird eine Wassermenge von 3 l je Stunde aus einer Fallhöhe von 15 cm auf den Prüfling getropft.

Nach dieser Beanspruchung darf keine Feuchtigkeit in das Innere des Schalters gelangt sein, das Farbpulver darf nicht verlaufen sein.

Danach sind die Schaltereinsätze nach a) zu prüfen.

c) Schalter wasserdicht.

Nach Verschluß der Öffnungen für die Einführung der Leitungen oder Rohre sind die Schalter (mit angeschlossener Leitung) nachstehender Behandlung zu unterziehen:

An die innere Abdichtungsstelle der Schalter ist wasserlösliches, stark färbendes Pulver (z. B. Anilinfarbe) zu bringen.

Der Prüfling wird 24 h in der Gebrauchslage so unter Wasser von 20 ± 5° gesetzt, daß er etwa 5 cm vom Wasser überdeckt ist.

Nach dieser Beanspruchung darf keine Feuchtigkeit in das Innere des Schalters gelangt, das Farbpulver darf nicht verlaufen sein.

Danach sind die Schaltereinsätze nach a) zu prüfen.

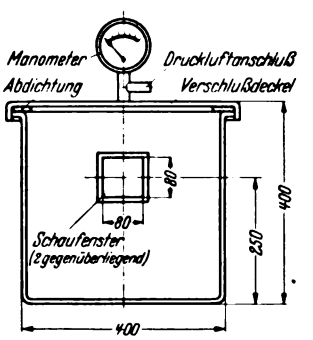


Abb. 6.

d) Schalter druckwasserdicht.

Vorbehandlung wie unter c). Die Schalter werden in einem Gefäß nach Abb. 6 völlig unter Wasser von 20 ± 5° gesetzt und 30 min lang einem Druck von 0,75 atü unterworfen.

Nach dieser Beanspruchung darf keine Feuchtigkeit in das Innere der Steckvorrichtung gelangt, das Farbpulver darf nicht ausgelaufen sein.

Danach sind die Schaltereinsätze nach a) zu prüfen.

§ 15.

Schaltleistung. Verhalten im Gebrauch.

a) Die Prüfung wird an nach § 14 geprüften Schaltern durchgeführt.

b) Die Schalter werden, in der Gebrauchslage ordnungsmäßig befestigt, maschinell mit der unter d) angegebenen Zahl von Stellungswechseln geschaltet. Der Schaltvorgang ist der natürlichen Betätigung von Hand möglichst anzugleichen; z. B. sollen Betätigungs- und Kontaktorgan unabhängig voneinander frei ausschwingen können.

c) Die Prüfschaltung wird nach Tafel I ausgeführt.

In Tafel I bedeuten:

R_1 praktisch induktionsfreie Widerstände. Sie sollen den Kurzschlußstrom begrenzen und
bei 250 V 0,25 Ω,
bei 500 V 0,5 Ω,
bei 750 V 0,75 Ω
betragen.

R_2 praktisch induktionsfreie einstellbare Widerstände zur Einstellung des Prüfstromes.

R_3 praktisch induktionsfreie Widerstände. Sie sollen den Kurzschlußstrom begrenzen und den Wert $R_3 = 2\,R_1$ haben.

K Sicherung zur Kennzeichnung eines Kurzschlusses zwischen Spannung führenden Teilen und Schaltwerk.

S Sicherungen für die Prüfanordnung.

U Umschalter. Mit dem Umschalter sind das Schaltwerk, sofern es von Spannung führenden Teilen isoliert ist, sowie Befestigungsschrauben und metallene Aufspannplatte über R_3 und K zu verbinden.

Der Umschalter U ist bei 1- und 2-poligen Schaltern nach jeweils der Hälfte, bei 3-poligen Schaltern nach jeweils $^1/_3$ der Stellungswechsel umzulegen.

d) Die Schalter werden unter Strombelastung 20 000-mal mit 30 Stellungswechseln je Minute betätigt.

e) 1- und 2-polige Schalter werden während der ersten 200 Stellungswechsel mit Gleichstrom und dem 1,25-fachen Nennstrom geprüft, und zwar Schalter für 250 V Nennspannung mit 250 V, Schalter für Nennspannungen von mehr als 250 V mit der 1,1-fachen Nennspannung; während der weiteren Stellungswechsel werden die Schalter für alle Spannungen bei praktisch induktionsfreiem Wechselstrom mit Nennstrom und Nennspannung geprüft.

Schalter für Rechts- und Linksdrehung sind in folgender Reihenfolge zu prüfen:

150 Stellungswechsel nach rechts bei Gleichstrom
50 „ „ links „ „
15 000 „ „ rechts „ Wechselstrom
4 800 „ „ links „ „

Schalter für Nennströme über 10 A, die nur für eine Stromart bestimmt sind, werden nur bei dieser Stromart geprüft.

Kipp- und Druckknopfschalter 5 sind in jedem der beiden Stromkreise gleichzeitig mit 20 000 Stellungswechseln zu betätigen.

f) 3-polige Schalter werden bei praktisch induktionsfreiem Drehstrom während der ersten 200 Stellungswechsel mit dem 1,25-fachen Nennstrom und 1,1-facher Nennspannung, während der weiteren Stellungswechsel mit Nennstrom und Nennspannung geprüft.

Schalter für Rechts- und Linksdrehung sind in folgender Reihenfolge zu prüfen:

mit 1,25-fachem Nennstrom und 1,1-facher Nennspannung:
150 Stellungswechsel nach rechts,
50 „ „ links,

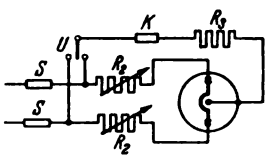
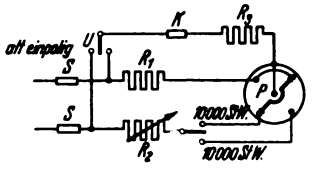
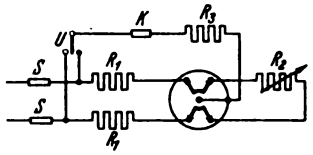
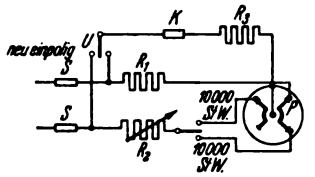
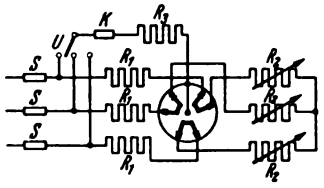
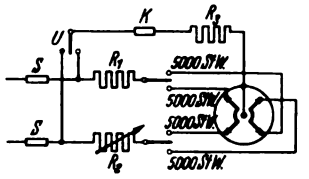
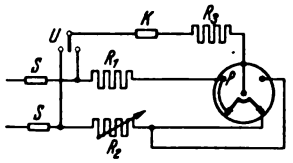
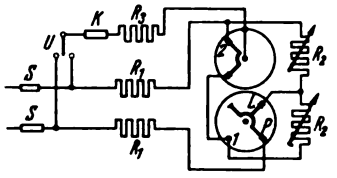
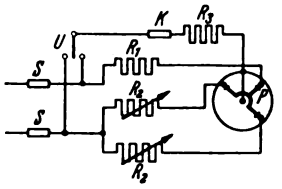
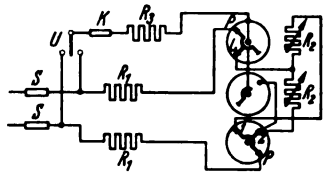
mit Nennstrom und Nennspannung:
15 000 Stellungswechsel nach rechts,
4 800 „ „ links.

g) Warmschalter werden in einem Wärmeschrank bei 120° geprüft. Warmschalter bis einschließlich 15 A 250 V werden hierbei nach d) und e), jedoch mit der doppelten Zahl von Stellungswechseln geprüft.

h) Die Prüfung der Schalter in und an Gerätesteckdosen erfolgt nach der Vorbehandlung der Prüflinge entsprechend

Digitized by Google

Tafel I.

Schalter nach DIN VDE 9290	Prüfschaltung	Bemerkungen	Schalter nach DIN VDE 9290	Prüfschaltung	Bemerkungen
1			6		
2					
3		Drehstrom 50 Per/s	7		
4			8		Stromverteilung wie bei Schalter 5
5		Stromverteilung bei Prüfung nach d) 4:1	9		Stromverteilung wie bei Schalter 5

Schalter mit anderen Schaltungen als nach DIN VDE 9290 sind ihrem Verwendungszweck entsprechend sinngemäß zu prüfen.

§ 19 von VDE 0620/19.. „Vorschriften für Steckvorrichtungen bis 750 V 100 A" bei einer Stifttemperatur von 220 °[4]). (Das Beheizungsgerät für diese Prüfung kann von dem dort beschriebenen abweichen und in seiner Form dem Schalter-Prüfgerät angepaßt sein.) Die Gerätesteckdose ist gegen Bewegung der Betätigungsvorrichtung abzufangen.

i) Im Anschluß an die Prüfungen nach b) bis h) sind die Schalter mit Ausnahme der Schalter 3 und der Schalter über 10 A, die nur für Wechselstrom bestimmt sind, wie folgt zu prüfen:

Schalter 1 und 2 werden bei Gleichstrom mit Nennstrom und Nennspannung mit 20 Stellungswechseln geschaltet.

Schalter 4 bis 9 werden bei Gleichstrom mit Nennstrom und Nennspannung mit 40 Stellungswechseln geschaltet. Bei Schalter 5, 8 und 9 ist der Nennstrom im Verhältnis 1:4 auf die Stromableitungen zu verteilen. Nach je 20 Stellungswechseln ist die Belastung der Stromkreise zu vertauschen.

Bei Schaltern mit Rechts- und Linksbetätigung sind die angegebenen Stellungswechsel je zu gleichen Teilen auf beide Drehrichtungen zu verteilen.

k) Während der Prüfungen darf kein Lichtbogen stehenbleiben, Kontaktbolzen dürfen sich nicht gelockert haben, Vergußmasse darf nicht ausgelaufen sein.

l) Die Schalter müssen im Anschluß an die Prüfung nach b) bis i) einer Prüfung auf Isolation nach § 14, jedoch ohne Feuchtigkeitsbehandlung und mit einer um 500 V verringerten Prüfspannung, unterzogen werden.

§ 16.
Mechanische Festigkeit.

a) Die Prüfung wird an nach §§ 14 und 15 geprüften Schaltern durchgeführt.

[4]) Entspricht § 18 von VDE 0625/1933.

b) Zur Prüfung wird ein Prüfgerät nach Abb. 7 benutzt. Aufputzschalter (mit Abdeckung und ordnungsmäßig ausgebrochenen Einführungsöffnungen) werden an einem Hartholzklotz nach Abb. 8 befestigt, Unterputzschalter auf einem Hartholzklotz nach Abb. 9 aufgelegt.

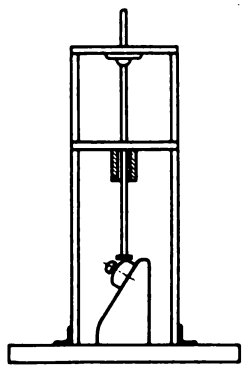


Abb. 7

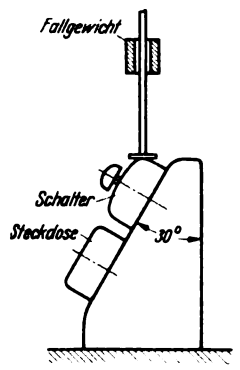


Abb. 8.

Die Gleitstange des Fallgewichtes wird unter Zwischenlegung eines Aufschlagstückes aus Hartfiber von 25 mm Durchmesser und 4 mm Dicke so auf den Prüfling gelegt, daß der Aufschlagstoß des Fallgewichtes durch dieses Zwischenstück auf die zu untersuchende Abdeckung wirkt (Abb. 10).

Digitized by Google

Bei Aufputzschaltern ist das Fallgewicht auf die Kappen je einmal an 4 auf den Umfang möglichst gleichmäßig verteilten Stellen nach Abb. 8 sowie einmal auf das Betätigungsteil nach Abb. 11 fallen zu lassen.

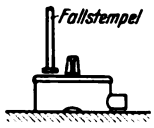


Abb. 9.

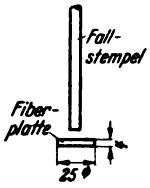


Abb. 10.

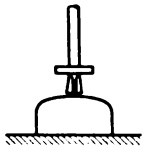


Abb. 11.

Bei Unterputzschaltern erfolgen die 4 Schläge auf die Abdeckplatte innerhalb des Umfanges des Gehäuses möglichst gleichmäßig verteilt nach Abb. 9, der Schlag auf das Betätigungsteil nach Abb. 11. Gewicht und Fallhöhe siehe Tafel II.

Tafel II.

Schutzart nach DIN VDE 55 **)		Gewicht g	Fallhöhe cm	Anzahl der Aufschläge
leichter mechanischer Schutz	auf Putz	150	25	4 + 1
	unter Putz	150	15*)	4 + 1
mechanischer Schutz	auf Putz	250	25	4
	unter Putz	250	15	4
erhöhter mechanischer Schutz		250	50	4

*) Für Betätigungsteil 25 cm Fallhöhe.
**) In Vorbereitung.

Nach dieser Prüfung dürfen keine Spannung führenden Teile freigelegt sein. Abdeckungen für Aufputzmontage dürfen keine Sprünge zeigen. Beschädigungen des Sockels und des Betätigungsteiles, die die Brauchbarkeit der Schalter beeinträchtigen könnten, dürfen ebenfalls nicht auftreten.

c) Schnurschalter werden in einem Prüfgerät nach Abb. 12 geprüft. An dem Schnurschalter ist eine Zuleitung mit Zugentlastung anzuschließen. In 1 m Abstand von der Platte wird die Zuleitung durch Klemmung befestigt; durch eine Auslösevorrichtung erfolgt ein Fallenlassen des Schnurschalters. Die Fallprüfung ist 12-mal auszuführen.

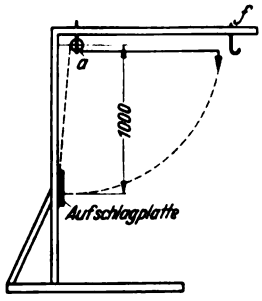


Abb. 12.

Hierbei darf die Abdeckung keine Sprünge zeigen. Eindruckstellen gelten nicht als Beschädigung.

§ 17.

Wärmesicherheit.

a) Schalter mit Ausnahme der Warmschalter werden in der Gebrauchslage 20 h lang bei 100° gelagert und darauf auf etwa Raumtemperatur abgekühlt.

b) Nach der Abkühlung darf der Berührungsschutz nicht beeinträchtigt sein. Danach muß der Schalter 10-mal die Nennleistung ordnungsmäßig abschalten und zwar

bei 1- und 2-poligen Schaltern bis 10 A bei Gleichspannung, bei 3-poligen Schaltern und solchen über 10 A mit der Stromart, für die sie bestimmt sind.

§ 18.

Reihenfolge und Bewertung der Prüfungen.

a) Die Prüfung nach §§ 14 bis 16 bzw. §§ 9 und 14 bis 16 erfolgt an denselben Schaltern in der Reihenfolge der Paragraphen.

Die Prüfung nach § 17 wird an besonderen Schaltern ausgeführt.

b) Durch die Prüfungen dürfen sich keine Teile gelockert haben, die Maße für die Kriech- und Luftstrecken müssen eingehalten, Leitungen unbeschädigt und Vergußmasse nicht ausgelaufen sein.

§ 19.

Lichtdrücker.

Für Lichtdrücker gelten folgende Bestimmungen bzw. Ausnahmen von den vorstehenden Bestimmungen:

§ 4: Auf Lichtdrückern genügt die Angabe 250 V.

§ 11: Gilt nicht für Lichtdrücker.

§ 15: An Stelle der Bestimmungen in § 15 wird folgende Prüfung durchgeführt:

Zur Prüfung der mechanischen Haltbarkeit wird mit dem Lichtdrücker in der Gebrauchslage 20 000-mal (1500 Stellungswechsel in der Stunde) eine 250 V 15 W-Lampe ein- und ausgeschaltet. Anschließend wird die Isolation nach § 14 a) geprüft.

§ 17: Die Bestimmungen in § 17 bei Lichtdrückern sind sinngemäß anzuwenden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Betr.: Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung der Verbandskennzeichen.

Die VDE-Prüfstelle gibt auch in diesem Jahre eine Zusammenstellung der erteilten Genehmigungen zur Benutzung der Verbandskennzeichen heraus, und zwar nach dem Stande vom 30. 9. 1937. Der Preis beträgt 2,— RM zuzüglich 0,15 RM Versandgebühren für eine Zusammenstellung. Die Abgabe erfolgt gegen Einsendung des Betrages auf das Postscheckkonto der Prüfstelle, Berlin 894 06.

Die Zusammenstellung wird nicht wie die früheren Ausgaben im Vervielfältigungsverfahren hergestellt, sondern im Format DIN A 5 gedruckt. Die Fertigstellung wird voraussichtlich bis Mitte November d. J. erfolgt sein.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Stromrichter"

Leiter: Dr. phil. Dipl.-Ing. J. v. Issendorf VDE

am Donnerstag, dem 11. November 1937, 20^{00}, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal HG 241. Aussprache abend über das Thema:

„Zwölfphasengleichrichter im Betrieb"

1. Einleitender Kurzvortrag des Herrn Dr.-Ing. E. Schulze VDE, Berlin, Auszug aus seiner gleichlautenden Veröffentlichung in der ETZ 58 (1937) H. 34, S. 921 u. H. 36, S. 979.
2. Aussprache über das behandelte Thema. Für die Aussprache ist eine Gliederung in folgende Teilabschnitte vorgesehen:
   a) Beurteilung der Gleichrichter-Netzrückwirkungen vom starkstromtechnischen Standpunkte aus.
   b) Störbeeinflussung von Fernmeldeanlagen. Entstörungsmaßnahmen. Aufwand für Siebmittel.
   c) Kurzschlußabschaltung.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung in Landsberg/Warthe

am Freitag, dem 12. November 1937, 19^{45}, im Ratskeller, Landsberg/Warthe, Richtstr. 3.

Tagesordnung:

1. Ansprachen des Bezirkswalters des NS.-Bundes Deutscher Technik im Gau Kurmark und des Leiters des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vormals Elektrotechnischer Verein.
2. Vortrag des Herrn Oberingenieur Dipl.-Ing. H. Calliess VDE, Berlin, über das Thema:

„Einiges aus neuzeitlichem Hochspannungs-Leitungsbau"

Eintritt frei!

Digitized by Google

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochfrequenz. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
4. 11. 1937 „Anwendung des Kathodenstrahl-Oszillographen in der Hochfrequenztechnik", Vortragender: Dipl.-Ing. P. E. Klein.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
5. 11. 1937 „Die Vorgänge beim Abschalten von Hochspannungssicherungen", Vortragender: Ingenieur H. Weber VDE.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.
8. 11. 1937 (Montag) „Isolierte Leitungen und deren Verlegung in Niederspannungsanlagen", Vortragender: Ingenieur L. Roos VDE.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.
10. 11. 1937 „Widerstandsmaterial", Vortragender: Dr. phil. G. Johannsen.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.
11. 11. 1937 „Neuzeitliche Photozellen und ihre Anwendungen in der Technik" (mit Vorführung praktischer Anwendungsbeispiele), Vortragender: Dipl.-Ing. H. Kramm VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
12. 11. 1937 „Dampfturbinen für größere Kraftwerke", Vortragender: Dipl.-Ing. W. Guilhauman VDE.

Vortragsreihe.

Der VDE Bezirk Berlin-Brandenburg veranstaltet in der Zeit vom 15. 11. 1937 bis 21. 3. 1938 in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule eine Vortragsreihe über das Thema:

„Partielle Differentialgleichungen in der Elektrotechnik"

Vortragsfolge:

1. Vortrag (15. 11. 1937)
„Mathematische Einleitung" Professor Dr. R. Rothe VDE.
2. Vortrag (22. 11. 1937)
„Mathematische Einleitung" Professor Dr. R. Rothe VDE.
3. Vortrag (29. 11. 1937)
„Mathematische Einleitung" Professor Dr. R. Rothe VDE.
4. Vortrag (6. 12. 1937)
„Mathematische Einleitung" Professor Dr. R. Rothe VDE.
5. Vortrag (13. 12. 1937)
„Mathematische Einleitung" Professor Dr. R. Rothe VDE.
6. Vortrag (10. 1. 1938)
„Wärmeleitung in der Elektrotechnik" Dr. K. Pohlhausen VDE. Inhalt: Temperaturverteilung in Maschinen und Kabeln. Stationäre und nicht stationäre Vorgänge. Elektrische Bodenheizung.
7. Vortrag (17. 1. 1938)
„Elektromechanische Anwendungen" Dr. K. Pohlhausen VDE.
Inhalt: Kräfte auf Sammelschienen beim Kurzschluß. Seilschwingungen von Freileitungen und ihre Dämpfung.
8. Vortrag (24. 1. 1938)
„Leitungen" Postrat Dr. H. Decker VDE.
Inhalt: Die Leitungsgleichungen. Der Wellenwiderstand. Die Fortpflanzungskonstante. Der Einschwingvorgang. Die Einschwingzeit.
9. Vortrag (31. 1. 1938)
„Stoßvorgänge in der Elektrotechnik" Dr. H. Buchholz.
Inhalt: Die verschiedenen Behandlungsmethoden. Die Blitzentladung zwischen Punktladung und ebener Platte. Das plötzliche Verschwinden eines Magnetfeldes parallel zu einem metallischen Zylinder. Der Spannungsstoß an einlagigen Spulen.
10. Vortrag (7. 2. 1938)
„Stationäre Erdströme" Dr. H. Buchholz.
Inhalt: Die unendlich lange Einfachleitung gegenüber einem leitenden Halbraum. Das ringförmige Erdkabel. Die Wechselströmung zwischen zwei Punktelektroden. Inhomogenitäten im Erdreich.
11. Vortrag (14. 2. 1938)
„Strömung freier Elektronen" Dr. B. Mrowka.
Inhalt: Raumladung. Kennlinien. Laufzeit.
12. Vortrag (21. 2. 1938)
„Elektromagnetische Wellen" Professor Dr. H. Rukop VDE.
Inhalt: Hertzscher Dipol. Strahlungswiderstand von Antennen. Einfluß der Erde auf die Ausbreitung. Ultrakurze Wellenleiter.
13. Vortrag (28. 2. 1938)
„Schallausbreitung" Dr. L. Cremer.
Inhalt: Differentialgleichungen des Schallfeldes. Analogien zur elektrischen Welle. Schallausbreitung in Röhren und Trichtern. Schallschluckung poröser Schichten.
14. Vortrag (7. 3. 1938)
„Elektrische Wirbelströmung" Professor Dr. F. Moeller VDE.
Inhalt: Wirbelstrombremsen, Verluste in Blechen und Massiveisen, Induktionsofen.
15. Vortrag (14. 3. 1938)
„Wirbelströme und Stromverdrängung" Dr. H. Kaden.
Inhalt: Schirmwirkung metallischer Hüllen. Verluste in Eisenblech- und Massekernen von Übertragern. Stromverdrängung in Bandleitern. Nahwirkungs- und Schirmverluste bei einer Doppelleitung.
16. Vortrag (21. 3. 1938)
„Regelung und Stabilitätsfragen in der Nachrichtentechnik" Dr. F. Strecker.
Inhalt: Kriterien der Selbsterregung. Anwendung auf Vierpole. Näherungsverfahren für Fernsprechverbindungen mit vielen Rückflußstellen. Stabilisierung durch Rückkopplungssperren. Regelung des Übertragungsmaßes und Volumens. Stabilität der Regler.

Zeit: Montag, abends pünktlich 18^{15}.

Ort: Technische Hochschule Hörsaal HG 25 (alter Physiksaal), Berlin-Charlottenburg, Berliner Straße.

Teilnehmerkarten sind erhältlich:

a) beim VDE Bezirk Berlin-Brandenburg, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, Postscheckkonto Berlin 13302;
b) in der Technischen Hochschule, Zimmer 235 (Hauptgebäude).

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für VDE-Mitglieder . . . . . RM 10,—
b) für Studenten . . . . . RM 5,—
c) für andere Teilnehmer . . . . . RM 15,—

Karten für einzelne Vorträge werden nicht ausgegeben.

Kleiderablage frei.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Bergisch-Land, Wuppertal. 16. 11. (Di), 20^{15}, „Saal der Technik": „Umstellung der Schaltgeräte und der Installationsstoffe für die Verwendung von Aluminium". Obering. Höpp VDE.

VDE, Bezirk Kurpfalz, Mannheim. 12. 11. (Fr), 20^{15}, Otto-Beck-Str. 21: „Probleme der Störungsaufklärung in Starkstromnetzen" (m. Lichtb.). Dr. Boekels.

VDE, Bezirk Magdeburg. 16. 11. (Di), 20^{15}, Ver. Techn. Staatslehranst.: „Erfahrungen mit vorbeugender Prüfung von Hochspannungsnetzen durch Verlagern des Erdpunktes". Dipl.-Ing. von Schaubert VDE.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover. 16. 11. (Di), 20^{15}, T. H.: „Der Jungingenieur als Elektrizitätswirtschaftler (zugleich eine Einführung in die Grundbegriffe der Elektrizitätswirtschaft)" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Wahl VDE.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 16. 11. (Di), 20^{30}, Altdeutsche Bierstuben: „Festigkeit und Verschleiß im Niederspannungsschaltgerätebau". Dir. Franken VDE.

VDE, Bezirk Nordsachsen, Leipzig. 10. 11. (Mi), 20^{00}, Grassimuseum: „Neuzeitliche Straßenbeleuchtung". a) „Neuzeitliche Leuchtmittel". Dipl.-Ing. Dröge. b) „Neuzeitliche Leuchten". Dir. Dipl.-Ing. Laue VDE. c) „Beispiele neuzeitlicher Straßenbeleuchtung". Obering. Klare.

VDE, Bezirk Ruhr-Lippe, Essen (gemeinsam mit dem Haus der Technik). 10. 11. (Mi), 19^{15}, Haus der Technik: „Entwicklung und Stand des Fernsehens". Postrat Prof. Dr. Gehrts VDE (VDE-Mitgliedskarte vorzeigen!).

VDE, Bezirk Südbaden, Freiburg i. Br. 16. 11. (Di), 20^{15}, Freiburger Hof: „Neuzeitlicher Schaltanlagenbau in Amerika, Frankreich, England und Deutschland" (m. Lichtb.). Obering. Meiners VDE.

Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Lord Rutherford †.

Am 19. 10. 1937 ist in Cambridge der führende Physiker Englands, einer der besten Wissenschaftler der Jetztzeit gestorben. Lord Ernest Rutherford war am 30. 8. 1871 in Nelson (Neuseeland) geboren und beendete seine Studien in Cambridge, wo er in dem unter der Leitung von J. J. Thomson stehenden Cavendish-Laboratorium seine bedeutsamen Untersuchungen über die Radioaktivität durchführte. Diese und die folgenden Arbeiten beeinflußten die ganze Entwicklung der Physik und der Chemie in den letzten 30 Jahren und wandelten die Anschauungen von den physikalischen und chemischen Vorgängen in so starkem Maße, wie es vorher kaum einem Menschen gelang. Im Jahre 1902 erschütterte er zusammen mit Soddy die Lehre von der Nichtumwandelbarkeit der Elemente durch seine Hypothese des Atomzerfalls, um die beobachteten radioaktiven Erscheinungen zu deuten. Die α-Strahlen, mit denen er sich besonders gern und eingehend beschäftigte, wurden von ihm als doppeltionisierte Heliumatome festgestellt. Er führte das Atommodell mit Kern ein und gehört damit zu den Begründern der heutigen Atomphysik und Physik der Chemie. Im Jahre 1919 gelang ihm die Zertrümmerung von Atomen von Stickstoff, Aluminium und anderen leichten Elementen und damit die künstliche Umwandlung von Atomen in solche anderer Elemente durch Beschießung der Atome mit den sehr energiereichen α-Strahlen. Während hier noch radioaktive Zerfallprodukte bei der Atomumwandlung mitwirkten, fanden 1932 Cockcroft und Walton bei von Rutherford veranlaßten Versuchen ohne Mitwirkung radioaktiver Stoffe durch Wasserstoffkanalstrahlen bis 100 kV Geschwindigkeit Elementverwandlungen von leichten Elementen, wie Lithium, Beryllium und Bor. Später stellte sich heraus, daß die Verwandlungen in Form von Kernreaktionen vor sich gehen, bei denen Atome häufig nicht zertrümmert, sondern neu aufgebaut werden. Hierbei treten radioaktive Isotope als Zwischenprodukte auf, deren Existenz mit den letzt bekanntgewordenen Atombausteinen: den Positronen und Neutronen, verknüpft ist. Die Reihe dieser bedeutsamen Entdeckungen zeigt die Erfolge, welche Rutherford auf seinem Lebenswege erreicht hat, der ihn über eine Professur 1898 in Montreal und 1907 in Manchester im Jahre 1919 als Direktor an das Cavendish-Laboratory in Cambridge führte. Seiner wissenschaftlichen Arbeit hat es an Ehrungen und äußerer Anerkennung nicht gefehlt. Den Nobelpreis konnte er bereits 1908 in Empfang nehmen. Unter seiner Leitung hat in England die Experimentalphysik einen hohen Stand erreicht. *Lü.*

Auszeichnungen. — Am 27. 10. überreichten die diplomatischen Vertreter der Länder Bolivien, Columbien, Ecuador, Panama, Peru und Venezuela dem Vorsitzenden des VDE, Herrn Reichspostminister Dr.-Ing. E. h. W. Ohnesorge, die Ehrenzeichen der Bolivar-Humboldt-Fondation als Ausdruck des Dankes für die Förderung der deutsch-iberoamerikanischen Beziehungen. Die Bolivar-Humboldt-Fondation ist eine Gründung der oben genannten Länder und pflegt das Gedenken an Bolivar, den Befreier und Begründer der iberoamerikanischen Staaten, sowie an Alexander von Humboldt, dem Bolivar weitgehende Anregungen für seine schöpferische Tat verdankte.

SCHRIFTTUM.

Eingänge.

[Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Din-Normblatt-Verzeichnis 1937. Herausg. v. Deutschen Normenausschuß E. V., Berlin. Mit 358 S. im Format A 5. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geb. 4 RM.

Lehr- und Experimentierbuch mit Fachrechnen für Elektrotechnik. 1. Teil. Zum Gebrauch an Berufs- und Gewerbeschulen sowie zum Selbstunterricht und zur Vorbereitung auf die Gesellen- und Meisterprüfung. Von K. Gringel u. P. Hutschenreiter. 2. Aufl. Mit 76 Abb. u. 58 S. im Format 165 × 230 mm. R. Herrosé's Verlag, Wittenberg u. Gräfenheinichen 1937. Preis kart. 1 RM.

Elektrische Akkumulatoren und ihre Anwendung. Von Dr.-Ing. R. Albrecht. Mit 82 Abb. u. 159 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 6 RM

Elektrotechnische Isolierstoffe. Entwicklung, Gestaltung, Verwendung. Vorträge von H. Burmeister, W. Eitel, W. Estorff, W. Fischer, K. Franz, G. Pfestorf, R. Vieweg, W. Weicker. Veranstaltet durch den Bezirk Berlin-Brandenburg des VDE in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der T. H. Berlin. Herausg. v. R. Vieweg. Mit 235 Abb., 2 Tafeln, IX u. 295 S. im Format 160 × 240 mm. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 18,30 RM, geb. 19,80 RM.

Der öffentliche Nahverkehr der Gemeinden. Von Dr.-Ing. F. Lademann u. Dr.-Ing. F. Lehner. (Die Praxis der gemeindlichen Wirtschaft und Verwaltung. Herausg. v. Reichsminister H. Kerrl u. Oberbürgermeister Dr. Dr. Weidemann unt. Mitwirkg. v. Dr. P. van Aubel. Heft 15.) Mit 17 Abb. u. 148 S. im Format 155 × 225 mm. Verlag Felix Meiner, Leipzig, und Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart u. Berlin 1937. Preis kart. 4,80 RM.

Die Grundlagen der Funktechnik. (In 4 Teilen.) Von F. Weichart. Teil 1 bis 4. 5., verbess. Aufl. Mit 534 Abb., VIII u. 138, IV u. 132, 180 u. 147 S. im Format B 6. Verlag Weidmannsche Buchhandlung, Berlin 1936 u. 1937. Preis geb. Teil 2 2,70 RM, Teil 1, 3, 4 je 3 RM.

Technische Thermodynamik. Von Prof. Dr.-Ing. Fr. Bosnjakovic. 2. Teil. (Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen, Bd. XII. Herausg. unter Mitwirkg. v. Prof. Dr.-Ing. A. Naegel und Prof. Dr.-Ing. W. Pauer von Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. E. h. H. Pfützner.) Mit 243 Abb., XIV u. 290 S. im Format A 5. Dazu eine Mappe mit 7 Diagrammtafeln. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1937. Preis geh. 18 RM, geb. 19 RM, Preis der Tafelmappe 8 RM.

Einführung in die Dinormen für gewerbliche und technische Unterrichtsanstalten und für Betriebe. Von Ing. W. Zimmermann, Ing. u. Dipl.-Hdl. F. Brinkmann u. Dipl.-Ing. E. Böddrich. Herausg. vom Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen (Datsch) E. V. 5. Aufl. Mit 404 Abb., VII u. 168 S. im Format A 5. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1937. Preis kart. 2,50 RM.

Versuche zur elektrischen Resonanz mit hochfrequenten und niederfrequenten Wechselströmen (Versuche mit kleinen Röhrengeneratoren) mit einer kurzen theoretischen Erläuterung zur elektrischen Resonanz. Von Dr. F. Moeller. Mit 52 Abb., 14 Tab., V u. 82 S. im Format 187 × 270 mm. Verlag J. Springer Berlin 1937. Preis kart. 4,80 RM.

Eingegangene Doktordissertationen.

Heinrich Winkelbrandt, Über einen absolut eichbaren Hochspannungsmesser mit Dreifaden-Aufhängung. T. H. Hannover 1937.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
G. H. Winkler VDE

Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. J. Rebhan VDE, Nürnberg, Steinplattenweg 66.
Dr.-Ing. F. Lehner, Leipzig, Montbéstr. 41.
Prof. Dr.-Ing. L. Binder VDE, Dresden-A. 24, Bayreutherstr. 16 I.
Dr. H. Schimank, Hamburg-Fuhlsbüttel, Im grünen Grund 5.

Abschluß des Heftes: 29. Oktober 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 11. November 1937** **Heft 45**

Das Institut für Elektrotechnik 2 der Technischen Hochschule zu Aachen.

Von **H. Hess VDE**, Aachen.

621. 317. 2

Übersicht. Aufgaben und Zweckbestimmung des Instituts werden kurz dargelegt; die daraus sich ergebende Raumeinteilung, Stromversorgung und -verteilung sowie die Einrichtungen des Instituts werden beschrieben.

Im Zuge des Ausbaues[1]) der Technischen Hochschule zu Aachen als Grenzlandhochschule konnte nach längerer Bauzeit mit Beginn des Sommersemesters 1937 ein größeres Institut für die Zwecke der praktischen Elektrotechnik in Betrieb genommen werden, das die Bezeichnung „Institut für Elektrotechnik 2" führt. In diesem werden die einzelnen Gebiete des Elektromaschinenbaues, der elektrischen Kraftanlagen und Bahnen sowie die elektrischen Antriebe vertreten.

Die Aufgaben des Instituts bestehen in gleichem Maße in Lehre und Forschung; die Studierenden sind bei Beginn ihrer Arbeiten in dem genannten Fachgebiet mit den Grundzügen der Gleich- und Wechselstromtechnik durch Vortrag und Übungen an Maschinen eingehend bekannt, so daß die Arbeiten im Anschluß an die Vorträge im Institut für Elektrotechnik 2 durchweg in größeren, selbständigen Studien, wie Wahl- und Diplomarbeiten bestehen. Zweckmäßig werden gerade diese vertieften Studien in den Sondergebieten in den Rahmen größerer Forschungsarbeiten gestellt, wodurch sich die Verbindung von Lehre und Forschung von selbst ergibt.

Der heutige Stand der praktischen Elektrotechnik setzt zur erfolgreichen Lösung dieser sich ergänzenden Aufgaben größere Prüffelder mit nennenswerten Maschinenleistungen voraus; dementsprechend wurden drei große Versuchsfelder geschaffen, die durch weitere acht Laborräume für Sonderuntersuchungen ergänzt werden, in denen gemäß dem Lehrgebiet eingehende Studienarbeiten an elektrischen Maschinen, Transformatoren und Stromrichtern vorgenommen werden sollen. Für die heute wichtigen Fragen der Werkstoffe ist eines der drei großen Versuchsfelder als Sonderprüffeld für Baustoffe elektrischer Maschinen und Apparate vorgesehen und ausgerüstet.

[1]) Siemens-Z. 11 (1931) S. 169.

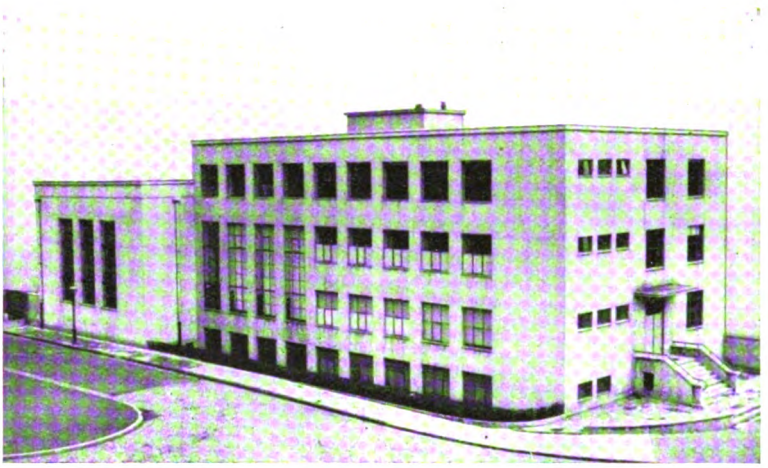


Abb. 1. Gesamtansicht des Instituts von Südwesten.

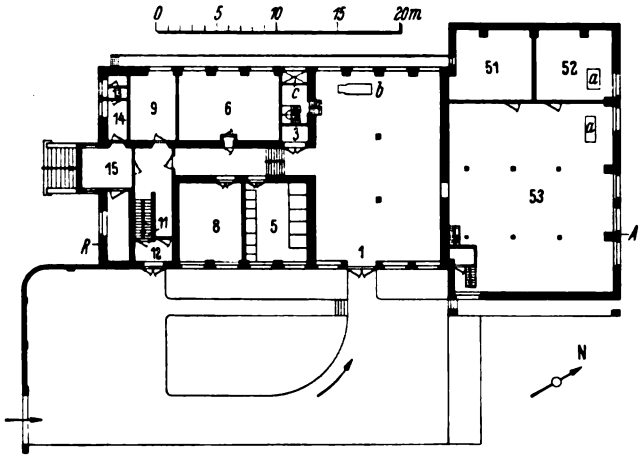
Bauausführung und Raumeinteilung.

Das Institut liegt in der Südwestecke des Hochschulgeländes und besteht aus zwei Hauptflügeln, einem ersten in der Nord-Süd-Richtung gelegenen und einem zweiten, der sich quer dazu in der Ost-West-Richtung hinzieht (Abb. 1). Die gesamte nutzbare Bodenfläche beträgt 2600 m², der umbaute Raum rd. 10 000 m³. Die äußere Gebäudeausführung ist in einfacher, neuzeitlicher Form gehalten, wobei auf große Fensterflächen besonderer Wert gelegt wurde. In Abb. 2 a und b sind die beiden wichtigsten Grundrisse des Erdgeschosses *a* und des ersten Obergeschosses *b* wiedergegeben. In diesen beiden Geschossen wurden die Versuchsfelder und wesentlichsten Laboratorien untergebracht. Die Zufahrt erfolgt von der Straße in das Erdgeschoß des Südflügels. Ein 5 t-Kran ermöglicht den Transport schwerer Lasten vom Erdgeschoß zum ersten Obergeschoß, dessen Decke als schwere Trägerdecke ausgebildet ist mit einer Bodenbelastungsfähigkeit von 2000 kg/m². Im zweiten und dritten Obergeschoß sind die Verwaltungsräume, ein Hörsaal für 72 Plätze, Bibliothek, Assistentenzimmer, die Zeichensäle sowie ein weiterer großer Versuchsraum für Eichzwecke untergebracht. Das Dach des Südflügels ist als Flachdach mit einer Belastungsfähigkeit von 1000 kg/m² ausgebildet und kann zu Freiluft-Hochspannungsversuchen herangezogen werden. Ein Aufzug für Personen und 500 kg Last, der mit Feinsteuerung ausgerüstet ist, dient den Transporten zwischen den einzelnen Stockwerken. Zu erwähnen ist noch, daß besondere Sorgfalt auf die Ausrüstung des Hörsaals gelegt wurde; außer drei großen Schreibtafeln, die mit elektrischem Antrieb versehen sind, wurden ein ferngesteuerter Bildwerfer für 60 Bilder von Normalgröße sowie die notwendigen selbsttätigen Verdunklungseinrichtungen eingebaut. Ein Schmalfilmapparat ergänzt diese technischen Einrichtungen des Hörsaals.

Eine Haupt- und Hilfswerkstatt mit den notwendigen Lagerräumen ermöglichen durch ihre Ausrüstung mit Drehbank, Bohr- und Hobelmaschine, Wickelmaschinen, Kaltsäge usw. die Herstellung auch verwickelter Ver-

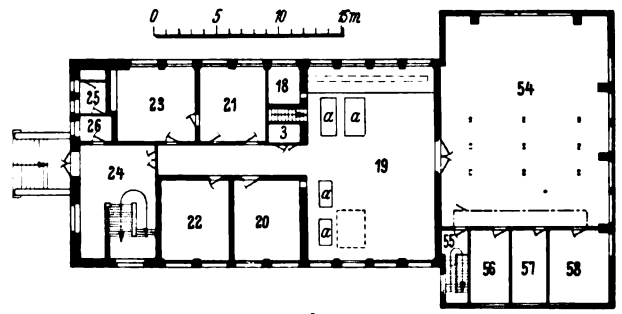
Digitized by Google

suchsgeräte und die Instandhaltung der vorhandenen Maschinen und Instrumente. Eine Auswuchtapparatur nach Lawaczeck vervollständigt die Werkstatteinrichtungen. Dunkelkammer und Oszillographenraum dienen der photographischen Auswertung bei Versuchen.



a

1	Maschinensaal	*6*	Akkuraum	*52*	Schweißmaschinen-laboratorium
3	Aufzug	*8, 9*	Werkstätten		
5	Umspannstation	*51*	Lagerraum	*53*	Maschinenprüffeld (III)



b

18	Oszillographenraum	*54*	Hochspannungsprüffeld (II)
19	Hauptmaschinen-prüffeld (I)	*20, 21, 22, 56, 57, 58*	Laborräume
		23	Sammlung

Abb. 2. Grundriß, a) des Erdgeschosses, b) des ersten Obergeschosses.

Die Stromversorgung.

Dem Institut stehen zur Verfügung (Abb. 3): an Gleichstrom 160 kW zu 2 × 110 V aus dem Hochschulnetz und an Drehstrom 550 kVA zu 5000 V aus dem städtischen Hochspannungsnetz. Für eine Batterie von 360 Ah bei 220 V sind die notwendigen Räume, Zellenschalter und Kabel vorhanden und verlegt, so daß die Batterie nur noch einzubauen ist. Außerdem verfügt das Institut noch über zwei gittergesteuerte Glasstromrichter für je 220 V und 100 A, die zur Sicherung der Stromversorgung des Instituts eingesetzt werden können.

In der 5000 V-Umspannanlage sind Hochspannungsschalter verschiedenster Art und Ausführung verwendet. Als Hauptschalter dient ein Druckluftschalter mit besonderem Verdichterkessel. Als Schalter für den Umspanner des Einankerumformers ist ein Leistungstrennschalter mit vorgebauter Hochleistungssicherung eingesetzt. Der 200 kVA-Betriebstransformator 5000/380 V liegt hinter einem Expansionsschalter, während für den kleinen 100 kVA-Betriebsumspanner und die Reserve je ein gebräuchlicher und normaler Ölschalter verwendet wurde.

Alle Umspanner werden unterspannungsseitig auf Schalttafel I geschaltet. Zur Vermeidung von Rückspannung sind in jeder Phase handbediente Trennstellen zwischen Umspanner und Schalttafel I vorgesehen. Ferner wurden auf dieser Schalttafel die Felder für einen Dreimaschinen-Ladesatz, der auch als Ausgleicher dienen kann, für den Einankerumformer, für die Batterie und für die Verteilung der vorhandenen Netzenergie von Gleich- und Drehstrom auf die Abnahmestellen in den Prüffeldern,

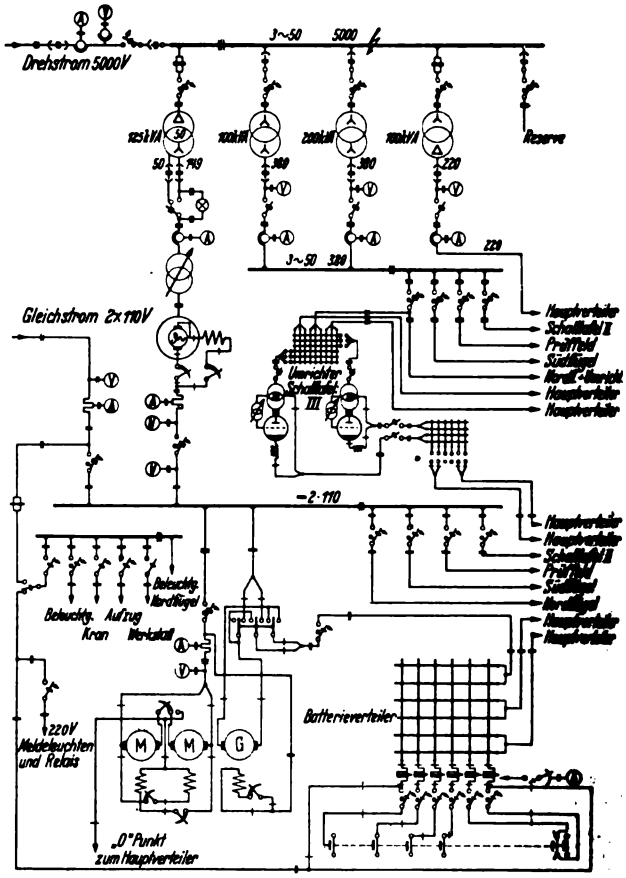


Abb. 3. Schaltbild der Stromversorgung.

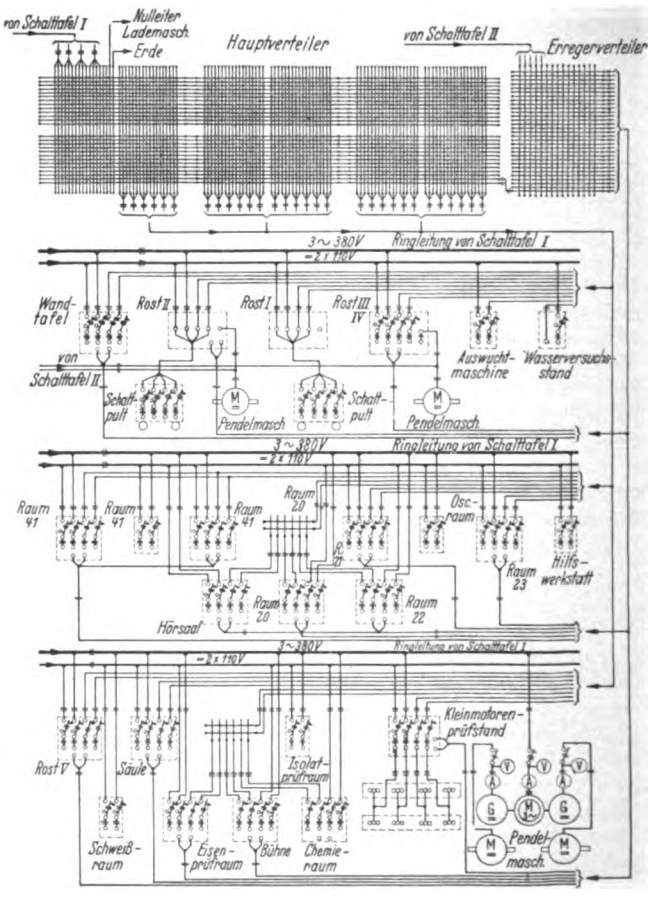


Abb. 4. Schaltbild der Stromverteilung.

Digitized by Google

den Laboratoriumsräumen sowie in dem Betrieb untergebracht. Die beiden Stromrichter-Glasgefäße für je 100 A sind über ein Mittelstück, das die Einrichtungen für die Um- und Kreuzschaltung über Unterverteiler, Trennstellen auf der Einphasenseite und Gitterausführungen aufweist, zu einer Einheit vereinigt. Die Steuerung der Stromrichter erfolgt durch kleine Drehregler, die über Zahnräder bei Kreuzschaltung gekuppelt werden können.

Die Stromverteilung.

Eine Übersicht über die gesamte Stromverteilung im Institut gibt Abb. 4. Die Experimentierstromverteilung ist zusammengefaßt in einem Kreuzschienenverteiler, der in Haupt- und Erregerverteiler getrennt und über der Schalttafel II in dem Prüffeld I (vergleiche Abb. 2 b) angeordnet ist. Der Hauptverteiler wurde in Rücksicht auf die zu schaltenden Ströme in offener Bauart mit Luftisolation ausgeführt und hat 24 waagerechte und 108 senkrechte Schienen (Abb. 5). Der Erregerverteiler weist im

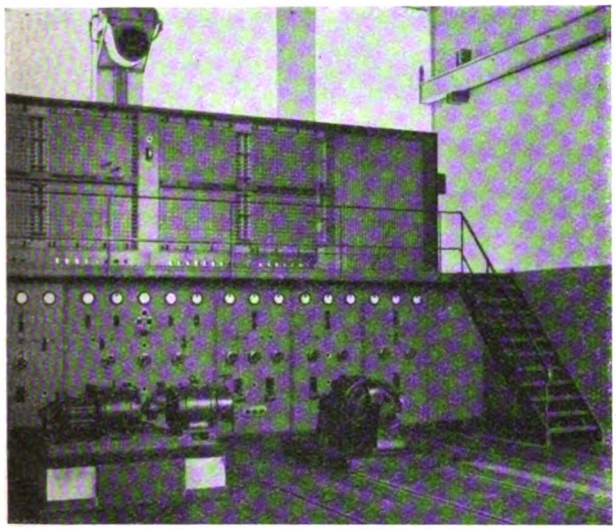


Abb. 5. Teilansicht des Hauptmaschinenprüffeldes (I) mit Experimentierschalttafel (II) und Verteiler.

ganzen 64 waagerechte und 32 senkrechte Schienen auf. Die senkrechten Schienen des Hauptverteilers sind die Wahlschienen, an die zur Hälfte die Maschinen, zur Hälfte die Stromentnahmestellen in den Prüffeldern und Laboratoriumsräumen angeschlossen sind; die waagerechten Schienen dienen nur der Kupplung und der Stromleitung zwischen den Wahlschienen. Die Verbindung wird durch Stecker vorgenommen, deren Kontaktfedern zum Eingriff in die beiden Schienensysteme um 90 ° gegeneinander versetzt sind[2]). Die Federn sind aus Federbronze mit Beilagen aus Stahlblattfedern ausgeführt, um auch auf die Dauer gute Kontaktfähigkeit zu gewährleisten. Versuche haben ergeben, daß die Stecker anstandslos 250 A dauernd übertragen können. Der Erregerverteiler ist für maximal 35 A ausgelegt. Die Erregerstecker greifen mit Vierkanten in die senkrechten und waagerechten Schienen ein, die auf eine große Hartpapierplatte fest aufgeschraubt sind, und können durch Schraubkonusse festgeklemmt werden. Die Verteileranlage ist mit großen, verschiebbaren Spiegelglasscheiben abgedeckt, um Staubablagerung auf den Schienen möglichst zu vermeiden.

Mittels des Verteilers können die einzelnen Stromentnahmestellen mit jeder Experimentiermaschine verbunden werden. Alle Stromentnahmestellen haben vier Selbstschalter, wie überhaupt im ganzen Institut Schmelzsicherungen nicht verwendet wurden. Von den Selbstschaltern liegt der erste an Netzgleichstrom, der zweite an Netzdrehstrom; an die beiden letzten sind vom Verteiler kommende Leitungen angeschlossen, so daß an den einzelnen Stromentnahmestellen außer den konstanten Netzspannungen je zwei dreiphasige, variable Spannungen vorhanden sind. Zwecks Leitungsersparung wurden auch Unterverteiler verwandt (Abb. 6), die aus 2×3 ankommenden, 6×3 abgehenden Schienen bestehen, die ihrer-

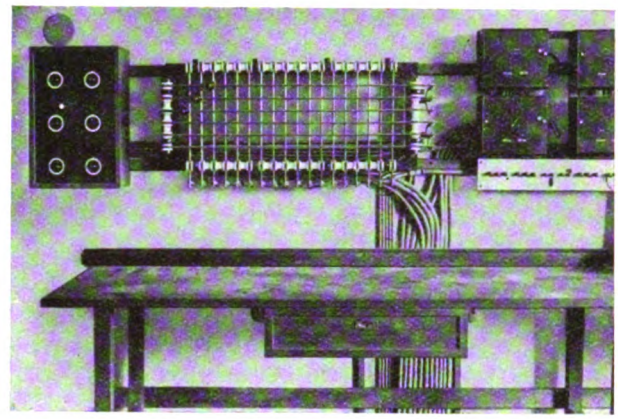


Abb. 6. Unterverteiler mit Abnahmetafel und Notschaltern (Abdeckung entfernt).

seits mit den gleichen Steckern wie beim Hauptverteiler je nach Wahl und Bedarf verbunden werden können. Stromentnahmestellen wurden in allen Prüffeldern und Laboratoriumsräumen angeordnet. Außer Schalttafel II und Verteiler, den beiden Stromrichtern und zwei Stromentnahmetafeln weist das Prüffeld I noch vier Maschinenroste auf, auf denen Pendelmaschinen von 30 und 60 kW fest montiert und geschaltet sind.

Von der Schalttafel II in Prüffeld I werden die Experimentiermaschinen geschaltet, die im Maschinensaal (Abb. 7) fest eingebaut sind. Diese sind so ausgewählt, daß sie den im Prüffeld vorkommenden Ansprüchen an Leistung, Spannung und Frequenz gewachsen sind. Ein Dreimaschinensatz mit einer Leistung von 170 kW je Maschine, bestehend aus einer Gleichstrom- und zwei

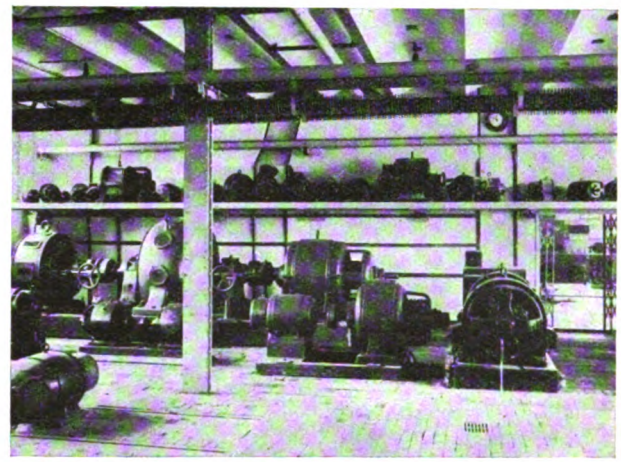


Abb. 7. Teilansicht des Maschinensaales.

Drehstromsynchronmaschinen, von denen die mittlere als einphasiger Generator dienen kann, ermöglicht die Erzeugung von Gleichstrom von 440 V, Dreh- und Einphasenstrom von 50, 25 und 16⅔ Hz. Um unnötige Leerlaufverluste zu vermeiden, kann jeweils eine der beiden äußeren Maschinen durch Flenderkupplung von dem Satz getrennt werden. Da im Institut nur Gleichspannung von 2×110 V vorhanden ist, die große Gleichstrommaschine aber für 440 V ausgelegt ist, müssen bei Betrieb des Dreimaschinensatzes mit voller Drehzahl besondere Maschinensätze in Zuschaltung mit dem Netz eingesetzt werden.

[2]) Kuhlmann, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 25 (1934) S. 167.

Digitized by Google

Ein solcher Zweimaschinensatz ist an der rechten Seite von Abb. 7 zu erkennen. Bei Betrieb mit 25 Hz liegt die große Gleichstrommaschine an Netzspannung 220 V; 16⅔ Hz werden dadurch gewonnen, daß eine kleinere Zusatzmaschine für 70 V — s. Abb. 7 vor der großen Gleichstrommaschine stehend — in Gegenschaltung zum Netz auf die Antriebsmaschine des Dreimaschinensatzes wirkt. Weitere Maschinensätze dienen der Umformung von Gleich- in Drehstrom, Drehstrom in einphasigen Strom. Zu erwähnen sei noch ein Maschinensatz, der sich für Stoßversuche eignet und zu diesem Zweck mit einem Schwungrad versehen ist. Es handelt sich hierbei um einen phasenkompensierten Drehstrommotor, der einen einphasigen Generator von 125 kVA antreibt. Ein fest eingebautes Wasserbassin ermöglicht Dauerversuche mit großen Lasten; Mengen- und Temperaturmesung des abfließenden Wassers sind vorgesehen. Zwecks Raumersparung für die Lagerung sind leichtere Versuchsmaschinen, in der Regel Motoren, die für Sondergebiete des Elektromaschinenbaus interessant sind, z. B. Einphasen- und Dreiphasen-Kommutatormaschinen, Asynchronmaschinen mit Stromverdrängungsläufer, Kompensation und Polumschaltung usw., auf einer besonderen Bühne untergebracht, die zur Hälfte noch in Abb. 7 zu erkennen ist.

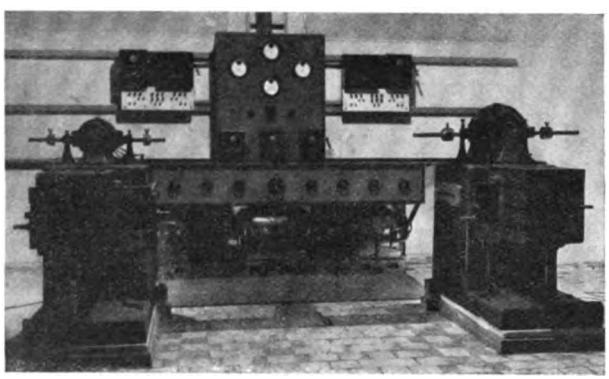


Abb. 8. Ansicht der Kleinmotoren-Prüfstände.

Von dem Maschinensaal gelangt man — vergleiche Abb. 2 a — in das Prüffeld III; in diesem sind besonders zu erwähnen zwei Kleinmotorenprüfstände (Abb. 8) mit Pendelmaschinen für 1,25 und 3,5 kW. Um die zu kuppelnden Versuchs- und Pendelmaschinen leichter in die richtige Lage zueinander bringen zu können, sind die Pendelmaschinen auf dem feststehenden Teil von Hobelmaschinenständern montiert. Die Versuchsmaschinen werden auf den beweglichen Tisch dieser Ständer gespannt und sind somit in zwei Koordinaten verschiebbar. Eine ausrückbare Kupplung läßt genügenden Spielraum in der dritten Koordinate zu, so daß der richtige Zusammenbau von Versuchs- und Pendelmaschine innerhalb kürzester Zeit erfolgen kann. Ein zu den Pendelmaschinen passender Dreimaschinensatz, der das Rückarbeiten auf das Drehstromnetz ermöglicht, sowie die notwendigen Überstromschalter und Instrumente sind zu einem geschlossenen Prüfstand vereinigt (Abb. 8). Ferner befinden sich in Prüffeld III eine Ladestelle für kleine Akkumulatoren mit einem Motorgenerator für 80 A Ladestromstärke und einem kleinen Argonal-Ladegleichrichter, ferner noch ein Rost für weitere Maschinenuntersuchungen. Für Arbeiten mit größeren Stromstärken sind an drei Pfeilern Entnahmestellen für je 200 A Netzstrom, für 300 bzw. 600 A des Dreimaschinen- bzw. Schwungradsatzes sowie Selbstschalter für variable Verteilerspannung eingebaut. In einem an das Prüffeld III anschließenden kleineren Versuchsraum ist ein besonderer Stand eingerichtet worden zur Prüfung von Schweißmaschinen und -transformatoren, der durch zwei Stellen für praktische Schweißversuche ergänzt wird.

Das Prüffeld II (Abb. 9), das im ersten Obergeschoß liegt, dient der Untersuchung von Baustoffen für elektrische Maschinen und Apparate. Vorhanden ist ein Hochspannungstransformator für 50 kVA, 220 V auf 250 kV mit angebautem Nadelgleichrichter. Die Meß-

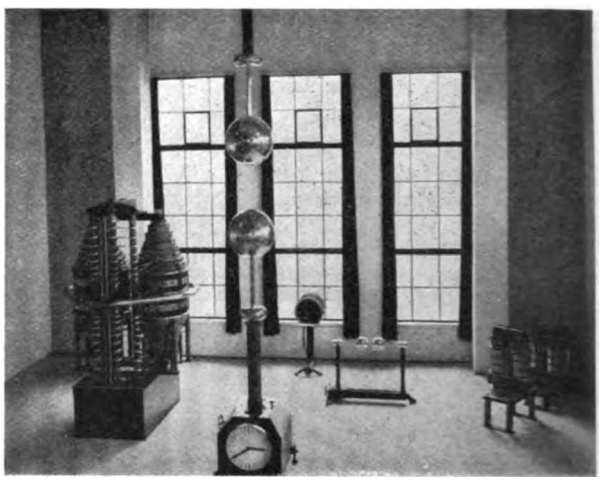


Abb. 9. Ansicht des Prüffeldes II.

funkenstrecke mit 75er Kugeln wird ferngesteuert; die Stellung der Kugeln kann an einem Zeigerwerk abgelesen werden. Eine Transformatorkaskade von drei Transformatoren zu je 20 kVA, 220 V auf 40 kV — bei Reihenschaltung also 120 kV —, ein Nadelgleichrichter für 80 kV und ein Hochspannungsvoltmeter, eine Meßfunkenstrecke für 120 kV sowie ein Ölprüfapparat vervollständigen die Grundeinrichtungen des Baustoffprüffeldes für höhere Spannungen. Die Bedienung dieser Hochspannungsapparate erfolgt von einem Schaltpult, das auf einer Bühne untergebracht ist, die sich an der Ostseite des Prüffeldes II befindet und eine Bodenfläche von 70 m² aufweist. Auf dieser Bühne sind außerdem die notwendigen Einrichtungen für Hochspannungs-, z. B. Brücken-

Abb. 10. Laborraum für mechanische Messungen an Isolierstoffen.

und Kompensationsmessungen, vorgesehen. Die Dachkonstruktion des Prüffeldes II ist so ausgelegt, daß ein Durchführungsisolator von insgesamt 3 t Gewicht eingebaut werden kann, der die Spannungführung zu Freiluftversuchen auf dem Flachdach des Hauptgebäudes ermöglicht.

Für die VDE-mäßigen Untersuchungen von Isolierstoffen und für magnetische Messungen sind drei besondere Räume vorgesehen (Abb. 10). Die chemischen und thermischen Prüfungen sollen in einem eigenen Zimmer vorgenommen werden, in dem die notwendigen Einrichtungen, wie Experimentiertisch, Analysenwaage usw., vorhanden sind. Für Untersuchungen magnetischer und mechanischer Art ist ein zweiter Raum eingerichtet, in

Digitized by Google

dem Eisenprüfgeräte älterer und neuzeitlicher Bauart, Prüfgeräte für mechanische Untersuchungen, wie Biege-, Kerbschlag- und Kugeldruckprobe untergebracht sind. Ein dritter Versuchsraum dient der Isolationsmessung, z. B. der Oberflächenprüfung und dgl.; für diese Versuche stehen ein Umformersatz für maximal 2 × 2250 V Gleichspannung zur Prüfung mit Gleichstrom, die entsprechenden Wandler für Wechselstromprüfungen sowie die notwendigen einfachen Prüfgeräte zur Verfügung.

Die Durchführung größerer Studien- und Forschungsarbeiten, die in den Aufgabenkreis des Instituts fallen, wird durch eine reichliche Sammlung von Maschinen und Transformatoren aller Art erleichtert; die notwendigen Bestände an Instrumenten und Apparaten, z. B. Widerstände, Regler, Anlasser, Schaltpulte usw., müssen allerdings noch weitgehend ergänzt werden.

Zusammenfassung.

Die vorstehende kurze Beschreibung läßt erkennen, daß ein zeitgemäßes und für deutsche Hochschulen bemerkenswertes Institut für die Zwecke der praktischen Elektrotechnik, insbesondere des Elektromaschinenbaus und der fachlichen Baustoffprüfung geschaffen werden konnte. Die Fertigstellung des Instituts war nur möglich, weil im wesentlichen durch große Stiftungen hochherziger Gönner der notwendige Baufonds geschaffen werden konnte, der dann durch staatliche Beihilfe ergänzt wurde, und weil ferner durch erhebliche Preisnachlässe und Schenkungen auch von Firmen, die nicht der elektrotechnischen Fachrichtung angehören, die innere und apparative Einrichtung außerordentlich gefördert wurde. Allen Spendern und Förderern des Neubaues sei an dieser Stelle herzlichster Dank ausgesprochen.

Selbst die reichlichen Zuwendungen hätten den Neubau nicht in seiner jetzigen Ausdehnung ermöglicht, wenn nicht restlos die ganze Planung, Montage — z. T. sogar Bauarbeiten — in eigener Leitung mit eigenen Facharbeitern unter großem Zeitaufwand von dem früheren Institutsleiter und seinen Mitarbeitern (von denen zu nennen sind die Herren Schnettker, Wimmer, Ahlert, Schenkel, Schäfer u. a. m.) durchgeführt worden wären. Leider konnte der Gründer und Erbauer des Instituts, Herr Prof. Dr. Finzi, sein Werk nicht in seiner endgültigen Fertigstellung erleben; ein tragisches Geschick raffte ihn mitten aus seinem Schaffen[3]). Als seinem langjährigen Mitarbeiter fiel mir die ehrenvolle Aufgabe zu, die in engster Zusammenarbeit mit dem Verstorbenen aufgestellten Pläne entsprechend seinen Absichten durchzuführen und zu vollenden.

[3]) ETZ 58 (1937) H. 3, S. 88.

Neuere amerikanische Untersuchungen über Gewittereinflüsse auf Kraftübertragungs-Anlagen.

Von **Heinrich Grünewald VDE**, Berlin.

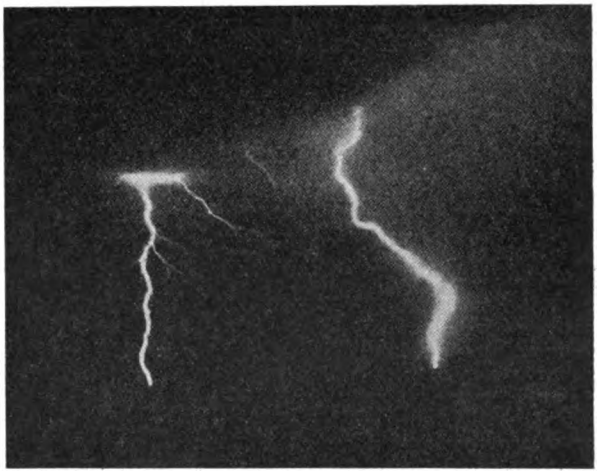
621. 311. 1. 015. 34 : 551. 594. 221

Übersicht. In den letzten Monaten ist in den amerikanischen Fachzeitschriften eine Reihe von Arbeiten erschienen, die sich mit neueren Untersuchungen über Gewittereinflüsse auf Kraftübertragungs-Anlagen und den dabei gewonnenen Ergebnissen und Erkenntnissen befassen. Aus diesen Arbeiten wird das Wesentliche zusammengefaßt und mit den Ergebnissen der entsprechenden deutschen Forschungsarbeiten verglichen.

Gewitter- und Blitzbildung.

In einem zusammenfassenden Aufsatz über Gewitterbildung[1]) werden die Theorien von Simpson, Elster und Geitel, Wilson und Barnerji eingehend behandelt, während auffallenderweise die Anschauungen Max Toeplers zu dieser Frage[11 ... 14]) nicht erwähnt werden*). Es wird die Ansicht vertreten, daß für die Ladungsbildung und -teilung in der Gewitterwolke wahrscheinlich die verschiedenen Ursachen, die in den einzelnen Theorien als maßgebend angesehen werden, zusammen wirksam sind, ohne daß man bei dem heutigen Stand der Erkenntnisse sagen könnte, welche Bildungsart der Ladung und welche Verteilung in den Wolken vorherrschend ist. Bemerkenswert ist die Abb. 1 von zwei Blitzentladungen, die in der Stirn einer Gewitterwolke im Abstand von 0,5 min aufgenommen worden sind[1]). Die Wolke bewegte sich von links nach rechts. Die Blitzentladungen kommen offensichtlich aus verschieden geladenen Wolkenteilen, und zwar die rechte aus negativen und die linke aus positiven Wolken. Diese Aufnahme wird als ein Beweis dafür angesehen, daß im Kopf der Gewitterwolken eine stark positiv geladene Wolkenschicht auf eine solche mit hoher negativer Ladung folgt (Theorie von Barnerji). Auch die bei den Stahlstäbchenmessungen an Masten von Hochspannungsleitungen hie und da nachgewiesenen Doppelmagnetisierungen durch zwei Blitzschläge verschiedener Polarität könnten darauf hindeuten, daß in der Wolke negativ und positiv geladene Teile aufeinanderfolgen.

Beim Herannahen einer Gewitterwolke läßt sich immer deutlich ein Abschnitt feststellen, in dem sowohl der Regenfall als auch die Entladungen am heftigsten sind. Bezüglich dieses Hauptgebietes der Wolke wird folgende Ansicht vertreten[1]). Wenn das Gebiet von beschränkter Ausdehnung ist im Vergleich zur Wolkenhöhe über Erde, dann soll die elektrische Feldstärke an der Wolke größer



Rechts: Entladung negativer Wolkenteile
Links: „ positiver „

Abb. 1. Zwei Blitzentladungen verschiedener Polarität, die aus der Stirn einer Gewitterwolke in ½ min Abstand gekommen sind.

sein als am Erdboden. In diesem Falle sollen Gegenstände am Erdboden keinen großen Einfluß auf die Einleitung einer Entladung haben. Wenn dagegen die Ausdehnung des Hauptgebietes groß im Vergleich zur Wolkenhöhe ist, so sollen hohe Gegenstände am Erdboden Entladungen herbeiführen können.

Ganz allgemein werden für die Bildung von Gewitterwolken folgende drei Bedingungen als Voraussetzung angegeben:

1. Es muß genügend Luftfeuchtigkeit vorhanden sein.
2. Die meteorologischen und topographischen Bedingungen müssen den Aufstieg feuchter Luftmassen bis zur Kondensationsgrenze ermöglichen.

[1]) Die Zahlen beziehen sich auf das Schrifttumverzeichnis, welches am Schluß der Arbeit in H. 46 erscheint.

*) Auch bei den Messungen über die Feldstärkenänderungen unter einer Gewitterwolke sind eine ganze Reihe von Ländern, nur nicht die deutschen Messungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen e. V. erwähnt [15 ... 18]).

Digitized by Google

3. In der Wolke müssen sich heftige, aufwärts gerichtete Luftströmungen entwickeln können.

Ferner werden folgende vier Arten von Gewittern unterschieden:

1. Wärmegewitter, die sich an sehr heißen und feuchten Tagen über solchen Gebieten bilden können, in denen die Temperatur mit zunehmender Höhe über dem Erdboden so absinkt, daß sich die aufsteigenden Luftmassen adiabatisch abkühlen können.
2. Gebirgsgewitter, bei denen die am Gebirgshang stark erwärmte Luft oder auch die gegen den Hang angetriebene feuchte Luft unter der Aufwindwirkung bis zur Kondensationsgrenze nach oben getragen wird.
3. Kaltluftgewitter, die entstehen, wenn auf warme feuchte Luftmassen kalte polare Luft trifft. Auf der Vorderseite der Kaltluft wird eine kräftige Aufwärtsbewegung der warmen Luftmassen hervorgerufen, wodurch sich eine Gewitterwolke bildet (Abb. 2 a).
4. Warmluftgewitter, die entstehen, wenn warme Luftmassen auf kalte stoßen, wie dies in Abb. 2 b dargestellt ist. Ein Beobachter bei B bemerkt hierbei zuerst Cirrus-Wolken, dann Cirro-Stratus-Wolken und darauffolgend Nimbus- und Cumulus-Wolken. Die Stirn der warmen Luftmassen ist einige hundert Kilometer lang, so daß das eintretende Gewitter schon lange vorausgesagt werden kann.

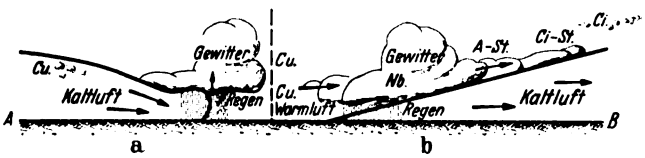


Abb. 2. Bildung von Kaltluft- (a) und Warmluftgewittern (b).

Wenn für ein Gebiet die Art der hier vorherrschenden Gewitterwolkenbildung bekannt ist, lassen sich unter Umständen gewisse Schlußfolgerungen für die Führung von Hochspannungsleitungen ziehen. Allerdings dürfte dies für deutsche und wohl auch für europäische Verhältnisse mit den vergleichsweise nur kurzen Entfernungen weniger zutreffen als für die viel ausgedehnteren amerikanischen Gebiete. So wird z. B. erwähnt, daß nach Beobachtungen im Colorado-Gebiet die Gewitter bevorzugt im Tal entlangziehen, die Mehrzahl der Entladungen in das Tal selbst und nur ein geringer Teil in die seitlichen Hänge einschlagen. In einem solchen Fall wäre es also zweckmäßig, Freileitungen an den Hängen des Tales oder auf dem Grat zu führen. Umgekehrt kann es in Gebieten mit bevorzugten Warm- oder Kaltluftgewittern empfehlenswerter sein, eine Leitung im Tal zu führen, weil die Höhe solcher Gewitterwolken meist verhältnismäßig niedrig ist.

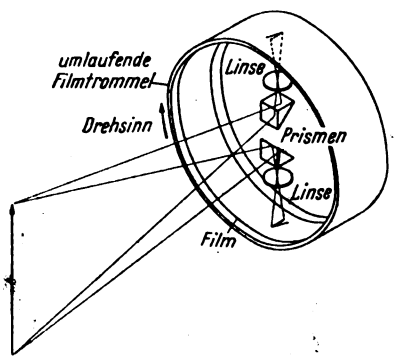


Abb. 3. Blitzaufnahmegerät mit zwei Linsen nach Boys.

Empfohlen wird ferner ein Gewitterwarnungsdienst und die Zusammenarbeit der Werke mit den Wetterdienststellen, wie sie ja auch in Deutschland seit vielen Jahren erfolgreich durchgeführt wird[19]).

In Südafrika und auch in Amerika sind in den letzten Jahren zahlreiche Blitzaufnahmen mit einem Gerät nach Boys gemacht worden, die wertvolle Aufschlüsse über die Entwicklung einer Blitzentladung geben. Das Grundsätzliche des Aufnahmegerätes enthält Abb. 3. Der Gegenstand wird durch zwei Linsensysteme auf das mit großer Geschwindigkeit umlaufende Filmband abgebildet. Selbstverständlich kann auch der Film feststehen und die beiden Linsen können umlaufen. Ist der Gegenstand ein vorwachsender Blitz, so kann man aus den beiden Bildern die Bildungszeiten der Entladung entnehmen. Von der General Electric ist eine Reihe solcher Aufnahmegeräte durchgebildet worden*). Bei einem Gerät[2]) z. B. können mehrere Blitze auf demselben Film aufgenommen werden, der bei unverminderter Umlaufgeschwindigkeit in einer Sekunde von einer Lage in die nächste gebracht werden kann. Außer Aufnahmegeräten mit 2 Linsen und sehr hoher Umlaufgeschwindigkeit werden auch solche mit nur einer Linse und geringerer Filmgeschwindigkeit verwendet. Diese Geräte dienen hauptsächlich dazu, bei Mehrfachentladungen die einzelnen Teilentladungen genau

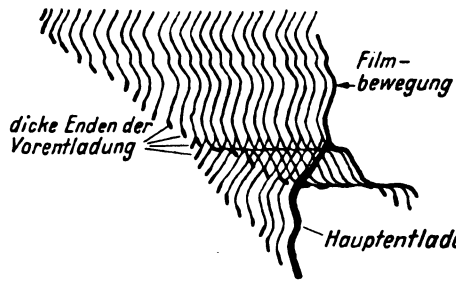


Abb. 4. Entwicklung einer Vor- und Hauptentladung nach einer Aufnahme mit einem Boys-Gerät.

voneinander zu trennen. Eine zweite feststehende Linse in diesem Gerät gibt schließlich noch eine stehende Aufnahme des niedergehenden Blitzes. Man macht also von demselben Blitz drei verschiedene Aufnahmen, um sowohl den Vorwachsvorgang als auch die Teilentladungen auswerten zu können. In einem besonderen Blitzlaboratorium der General Electric[20]) ist noch ein anderes Aufnahmegerät mit 12 Linsen eingebaut, mit dem der ganze Gesichtskreis erfaßt wird. Mit diesem Gerät sollen hauptsächlich statistische Unterlagen über das Vorkommen von Mehrfachentladungen, die Zahl ihrer Teilentladungen und die Zeiten zwischen ihnen erhalten werden.

Auf Grund von Blitzbildern, die mit den angegebenen Aufnahmegeräten gelungen sind, haben Schonland und Collens[21 ··· 24]) geschlossen, daß die Blitzentladung in der Wolke beginnt, von der eine verhältnismäßig schwache Vorentladung als wegbereitender Strahl schnell zur Erde hin vorwächst. Nachdem diese Vorentladung die Erde erreicht hat, wächst die eigentliche Hauptentladung unter Benutzung der vorbereiteten Bahn von der Erde zur Wolke hin. Dasselbe Spiel wiederholt sich bei Mehrfachentladungen in Bruchteilen einer Sekunde. Bei manchen Aufnahmen fehlen auch die Vorentladungen, was möglicherweise mit ihrer nur schwachen Leuchtkraft im Vergleich zu derjenigen der Hauptentladung zu erklären ist. Die Vorentladung schießt wie ein Pfeil (Länge etwa 50 m und mehr) von der Wolke aus mit einer Geschwindigkeit von etwa 50 m/µs vor. Der erste „Pfeil" kommt aber schon nach kurzer Wegstrecke zum Stillstand. Ihm folgt nach etwa 100 µs ein zweiter „Pfeil", der ein Stück weiterkommt. So arbeitet sich die Vorentladung ruckweise bis zur Erde vor**). Bis zu 100 und mehr Stufen sind unter Umständen nötig bis die Vorentladung die Erde erreicht, wofür insgesamt eine Zeit von etwa 0,01 s erforderlich ist. Die Vorentladung verästelt sich auch schon und die nachfolgenden „Entladungspfeile" entwickeln die Verästelungen gleichmäßig weiter. Manche Äste verschwinden wieder, bevor es zur Hauptentladung kommt. Wenn die Vorentladung die Erde erreicht hat, setzt von hier aus ein sehr starkes Aufleuchten längs der Vorentladungsbahn ein, das sich mit 20 bis 140 m/µs Geschwindigkeit nach der Wolke hin fortpflanzt. Auch in die Verästelungen setzt sich dieses Aufleuchten fort. Abb. 4 gibt als Beispiel die Nachzeichnung einer Aufnahme von einer solchen vorwachsenden Vorentladung und von dem Hauptstrahl[2]). Das starke Aufleuchten durch die Hauptentladung reicht im allgemeinen nur bis etwa ¾ der Wolkenhöhe. Bei Mehrfachblitzen sollen die Vorentladungen für die zweite und folgenden Teilentladungen in einer Stufe von der Wolke nach der Erde hin vorwachsen. Sie sollen geringere Geschwindigkeit haben und sich auch nicht so leicht verzweigen wie die erste Vorentladung.

Die Zeiten zwischen den Teilentladungen liegen zwischen etwa 0,001 und 0,5 s. Nach den Untersuchungen scheinen manche Gewitter bevorzugt Mehrfach-Blitzentladungen zu erzeugen, während andere wieder mehr Einzelentladungen ergeben. Abb. 5 zeigt die Aufnahme einer Mehrfach-Blitzentladung[2]). Unten in der Mitte ist das

*) Ein ähnliches von R. Völzing gebautes Aufnahmegerät ist von R. Strigel bei Untersuchungen über den Entladeverzug im Spitzenfeld verwendet worden [Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) H. 3, S. 13].

**) Siehe auch 11) bis 14) im Schrifttumverzeichnis am Schluß.

Digitized by Google

Bild, das die feststehende Linse von dem Blitzschlag festgehalten hat. Von der ersten Teilentladung sind ganz rechts nur Spuren des Aufleuchtens einzelner Stellen der Entladungsbahn zu sehen. Dann folgen die stärkeren Teilentladungen in Abständen von 0,185—0,029—0,028—0,0014—0,012—0,024—0,009—0,022—0,0007—0,053 s. Die Gesamtdauer dieses Mehrfachblitzes beträgt 0,3641 s.

Von den Vorentladungen wird angenommen, daß sie ihre Ladung aus der Wolke ziehen und sie längs ihres Weges verteilen. Das stufenweise Vorwachsen könnte dadurch bedingt sein, daß die Ladung in der Wolke weit verteilt und über die nicht leitende Luft herangeführt werden muß. Wenn die Vorentladung in Erdnähe kommt,

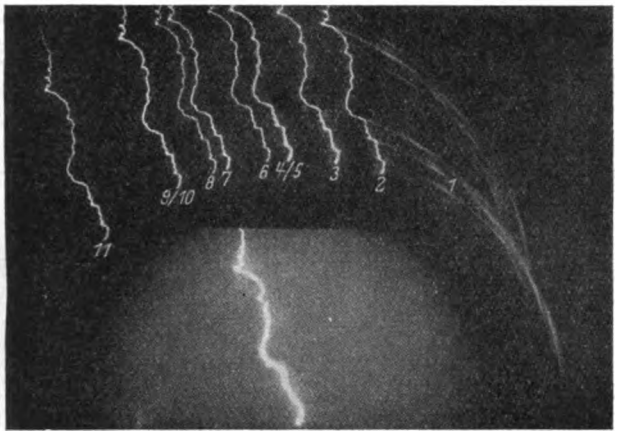


Abb. 5. Mehrfachblitzentladung, aufgenommen auf umlaufendem (oben) und auf feststehendem (unten) Film.

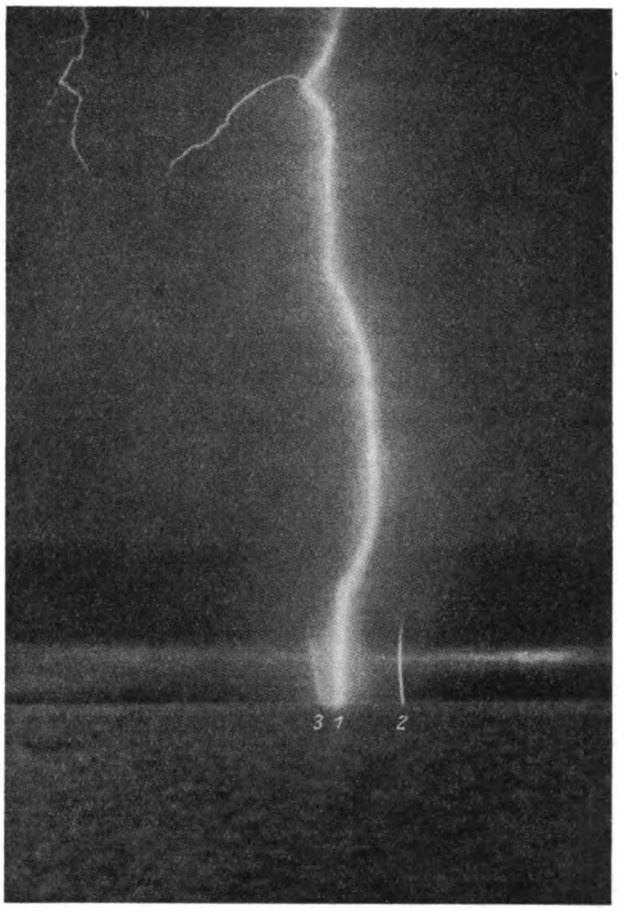
wachsen ihr Entladungen aus dem Erdboden entgegen, besonders aus hohen Gegenständen. Abb. 6 zeigt hierfür ein sehr schönes Beispiel[2]). Der Blitz hat hier nur etwa 30 m vom Aufnahmegerät entfernt eingeschlagen. Man erkennt deutlich rechts (*2*) und etwas schwächer auch links (*3*) neben dem Hauptstrahl (*1*) zwei aus der Erde herausschießende Entladungen, deren Länge zu etwa 1,8 und 1,2 m angegeben wird. Sicherlich ist auch dem Hauptstrahl eine solche Entladung von etwas größerer Länge entgegengewachsen.

Aus der Beobachtung, daß nach dem Auftreffen der Vorentladung auf die Erde von hier aus das starke Aufleuchten einsetzt und sich aufwärts in den Hauptpfad und alle Äste verteilt, wird geschlossen, daß die Ladung hierfür aus der Erde entnommen wird. Da das Aufwärtswachsen der Hauptentladung etwa mit 30 m/µs erfolgt, wird für eine Wolkenhöhe von 1500 m eine Dauer für das Fließen des Hauptentladungsstromes von rd. 50 µs ermittelt, was mit anderen Feststellungen über die Blitzstromdauer übereinstimmt[2]).

In einer Zusammenstellung über die Eigenschaften der Vor- und Hauptentladungen werden folgende Zahlenangaben gemacht[2]):

Polarität: 95 % aller Entladungen kommen aus negativ geladenen Wolkenteilen (nach den deutschen Messungen sind es nur etwa 85 %). Bei Mehrfachentladungen kann Wechsel der Polarität eintreten.

Vorentladungen: Die erste Vorentladung wächst stufenweise vor (Geschwindigkeit etwa 50 m/µs, Abstand zwischen den Entladungsstufen 100 µs, Länge des „Vorentladungspfeiles" etwa 50 m, gesamte Ausbildungszeit etwa 0,02 s).



1 Hauptstrahl *2, 3* von der Erde vorwachsende Entladungen von etwa 1,8 und 1,2 m Höhe

Abb. 6. Aufnahme eines Blitzschlages in ein Seeufer.

Hauptentladungen: Vorwachsen von der Erde zur Wolke, Geschwindigkeit 20 bis 140 m/µs. Im allgemeinen erreicht die Hauptentladung nur ¾ der Wolkenhöhe. Nachleuchten bis zu einer Sekunde Dauer.

Blitzbahn: Sie ist bestimmt durch das Feld in der Umgebung des Vorentladungskopfes und durch die örtliche Ionisation. Ist der Vorentladungskopf nahe der Erde, so wachsen ihm, besonders aus hohen Gegenständen, Entladungen entgegen. Der Kern der Entladung hat einen Durchmesser von 1 bis 2 cm. Die stark ionisierte Umgebung wahrscheinlich einen Durchmesser von mehreren Metern.

Mehrfachentladungen: Bis zu 40 Teilentladungen in Zeitabständen von 0,0006 bis 0,53 s, Gesamtzeit rd. 0,93 s. Etwa 20 % der Einschläge in Hochspannungsleitungen sind Mehrfachentladungen.

(Schluß folgt.)

Der Oberleitungsomnibus, technische und wirtschaftliche Fragen.

Von **Fritz Lehner**, Leipzig.

(Schluß von S. 1186.)

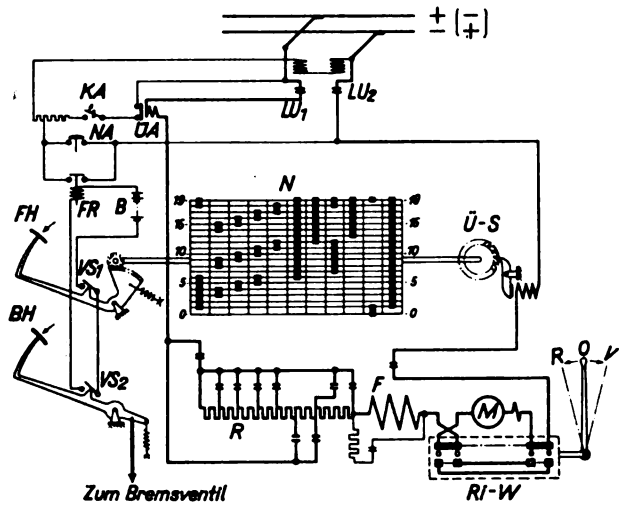
621. 33. 033. 11 : 629. 1 -45

Die elektrische Kurzschlußbremse mit reiner Reihenschlußerregung der Motoren ist bisher beim Obus nur ganz ausnahmsweise[29]) verwendet worden. Während bei der Straßenbahn der geringere Reibungswert zwischen Rad und Schiene eine übermäßige Beanspruchung aller Teile selbsttätig verhindert (Gleiten der Räder), können beim Obus wegen des erheblich größeren Reibungs-

[29]) Lüttich: vierstufige Kurzschlußbremse als Sicherheitsbremse auf starken Gefällen (Handhebelbetätigung). Idar-Tiefenstein: handbetätigte, vierstufige Kurzschlußbremse für Gefälls- und Haltebremsungen. London: handbetätigte, einstufige Kurzschlußbremse als Gefällsbremse bei etwa 30 Wagen. — Die Motoren sind in allen Fällen als selbsterregende Reihenschlußgeneratoren geschaltet. — Die Verwendung der Kurzschlußbremse als Hauptbremse, beispielsweise an Stelle der Druckluftbremse, setzt aus Sicherheitsgründen Starkstromfahrschalter voraus, da Schützsteuerungen von der Oberleitung abhängig sind.

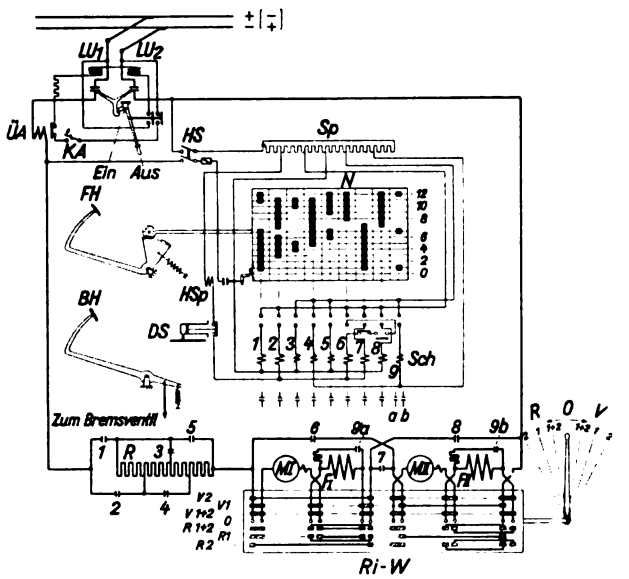
Digitized by Google

wertes zwischen Fahrbahn und Rad beim rascheren Durchschalten sehr große Beanspruchungen des Motors und der Kraftübertragungsteile auftreten. Die für alle Fälle ausreichende Bemessung der Einzelteile bereitet ebenso



LU_1, LU_2	Leistungsunterbrecher	VS_1, VS_2	Verriegelungsschalter
ÜA	Überstromauslöser	*N*	Nockenwalze
KA	Kleinautomat	*Ü-S*	Überstrom-Schaltsperre
NA	Notausschalter	*R*	Anfahrwiderstand
FH	Fahrhebel	*F*	Hauptfeld
BH	Bremshebel	*M*	Motoranker
FR	Feinrelais	*Ri-W*	Richtungswalze
B	Batterie		

Abb. 3. Einmotorige Obus-Starkstrom-Fahrschalter-Steuerung.



LU_1, LU_2	Leistungsunterbrecher	*DS*	Druckluftschalter
ÜA	Überstromauslöser	*N*	Nockenwalze
KA	Kleinautomat	*Sch*	Schütze
HS	Handschalter	*R*	Anfahrwiderstand
Sp	Spannungsteilerwiderstand	*MI*, *MII*	Motoranker
FH	Fahrhebel	*FI*, *FII*	Hauptfelder
BH	Bremshebel	*Ri-W*	Richtungswalze
HSp	Haltespule		

Abb. 4. Zweimotorige Obus-Schützsteuerung.

Schwierigkeiten wie die Begrenzung der Beanspruchung selbst[30]). Trotz alledem sollte die Frage der Kurzschlußbremse beim Obus nicht als erledigt beiseitegelegt werden.

4. Steuerungen. Die Möglichkeiten zur Durchbildung der Obus-Steuerungen sind die gleichen wie bei den Schienenfahrzeugen[31]): reine Starkstromsteuerungen, elektromagnetische Schützsteuerungen und selbsttätig arbeitende Schaltwerke mit Motor-, Magnet- oder Druckluftantrieb. Die Betätigung der Fahrschalter erfolgt durch einen Fußhebel. Sie soll derjenigen des Gashebels beim Autobus, die sich gut bewährt hat, weitgehend angeglichen sein, um bei der Verwendung der Fahrer freizügig zu bleiben. Vom fahrtechnischen Standpunkt aus sind Rastungen oder Verklinkungen der einzelnen Stufen zu verwerfen[32]).

Bei der Durchbildung der Starkstromfahrschalter ist zu beachten, daß die Fußbetätigung größere Anforderungen an das Arbeiten der Schaltelemente stellt als die Handbetätigung bei der Straßenbahn. Infolge der dauernden Hin- und Herbewegungen des Fußhebels, wie sie die

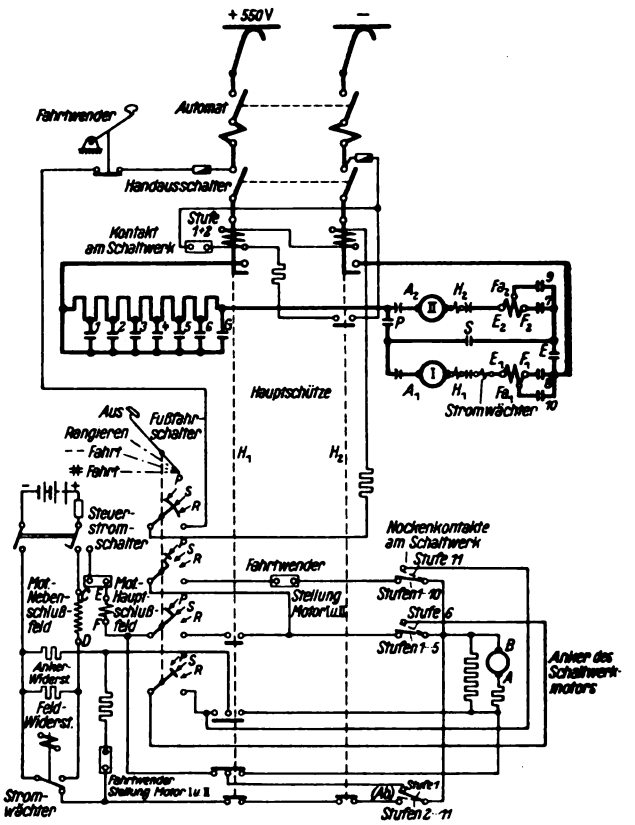


Abb. 5. Selbsttätige Obus-Steuerung mit Motorantrieb (Obus Berlin-Steglitz). (6 Reihen-, 5 Parallelstufen.)

Fahrweise im Stadtinnern erfordert, ist bei den heute gebräuchlichen Ausführungen der Nockenschütze die einwandfreie Ab- und Zuschaltung der jeweiligen Stufen nicht gesichert, so daß stehenbleibende Lichtbögen einen starken Abbrand der Kontakte verursachen. Die Praxis erfordert Nockenschütze, die den hohen Anforderungen durch eine rasche Vornahme der Schaltvorgänge nach Art der Momentschalter gerecht werden.

In Deutschland sind bisher Starkstromsteuerungen nur für einmotorige Ausrüstungen gebaut worden (Abb. 3), zweifelsohne besteht aber auch ein Bedürfnis nach einem brauchbaren und in der Bedienung einwandfreien zweimotorigen Starkstromschalter, der die Reihen-Parallel-Schaltung ermöglicht und gegenüber der Schützsteuerung den Vorteil der größeren Einfachheit besitzt. Schaltungstechnisch kann die Reihen-Parallel-Fahrt als ein Zweigängeschaltvorgang angesehen werden, bei dem die Gangumschaltung von Reihe auf Parallel durch einen Handhebel oder durch einen besonderen Fußhebel entsprechend dem Kupplungsfußhebel erfolgt[33]).

[30]) Im Gegensatz zur Kurzschlußbremsung mit reiner Reihenschlußerregung der Motoren ist bei der Widerstandsbremsung mit Verbundmotoren eine Begrenzung des Drehmoments von vornherein gegeben.

[31]) F. Lehner, Verkehrstechnik 17 (1936) S. 24 und ETZ 56 (1935) S. 674.

[32]) Mit Ausnahme der Rangier- und Reihendauerstufe. In London ist der fußbetätigte Steuerschalter nicht gerastet.

[33]) Eine andere Lösung ist in Prag versucht worden (Starkstromfahrschalter für 4 Motoren, von denen je 2 dauernd in Reihe liegen). Durchtreten des Fußhebels: Reihenschaltung der Motoren; hierauf Lüften bis fast zur Nullstellung und erneutes Durchtreten: Parallelschaltung.

Digitized by Google

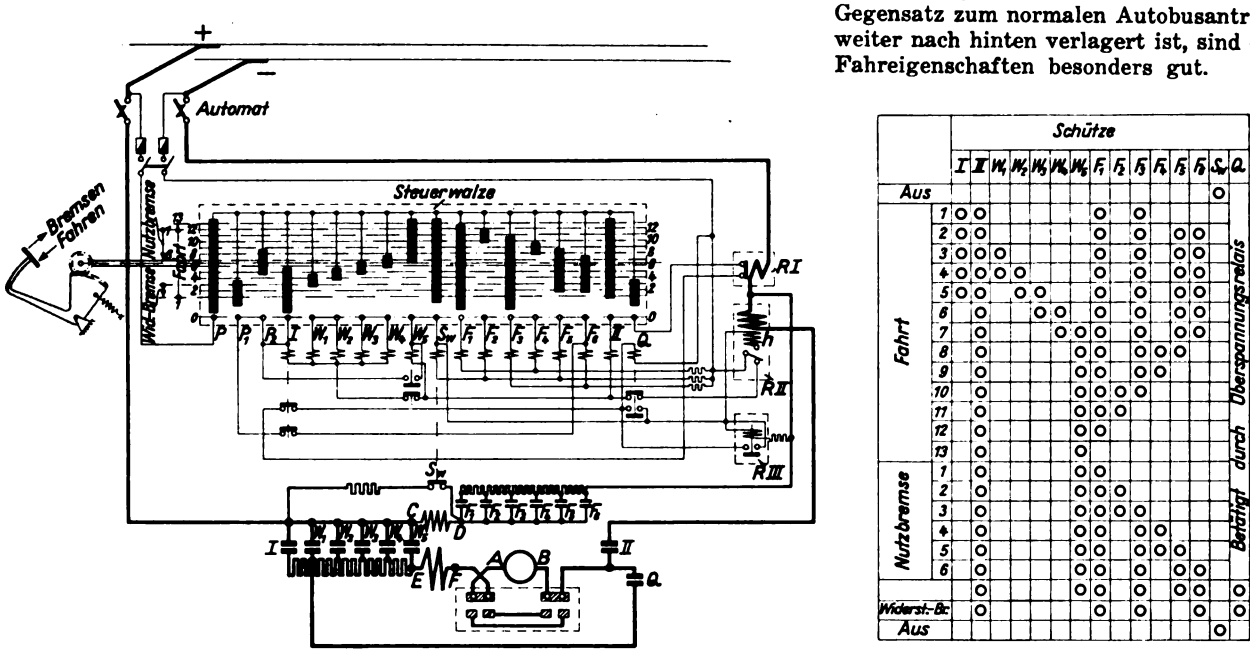
Unter den bisher ausgeführten Obus-Steuerungen nehmen die Schützsteuerungen den ersten Platz ein[34]). Da zum Durchschalten der Steuerwalze nur geringe Kräfte am Fußhebel benötigt werden, ist es möglich, die Reihen- und Parallel-Schaltung hintereinander mit dem gleichen Fußhebel durchzuführen. Man wird zweckmäßigerweise die Reihenstellung rasten, so daß nach Überwindung eines Widerstandes auf die Parallelschaltung durchgetreten werden kann. Wenn auch die Schützsteuerung nicht die Einfachheit der Starkstromsteuerung besitzt, so sind die bisher gesammelten Erfahrungen aber doch in jeder Weise zufriedenstellend. Richtig durchgebildete und den besonderen Anforderungen angepaßte Schütze sind heute zuverlässige Schaltelemente, die alle Schaltvorgänge sicher durchführen und in keiner Zwischenstellung stehenbleiben können.

Abb. 4 zeigt eine zweimotorige Schützsteuerung, Abb. 5 eine selbsttätige Steuerung mit Motorantrieb (Obus Berlin-Steglitz). Die Steuerung eines Verbundmotors mit Stromrückgewinnung (englische Ausführung) ist in Abb. 6 dargestellt. Ein Schaltbild über die selbsttätige Steuerung mit Drehmagnet wurde an dieser Stelle bereits veröffentlicht[35]).

5. Kraftübertragung. Die Durchbildung des Antriebs ist bisher vorwiegend in Anlehnung an die Ausführungsformen beim Kraftomnibus (Kardanwelle, Verteilergetriebe, Kegelrad oder Schneckengetriebe, Ausgleichgetriebe) erfolgt. Die einzelnen Übertragungsteile müssen aber den größeren Beanspruchungen des elektrischen Betriebs entsprechend stärker und reichlicher bemessen werden. Man hat vielfach den Fehler begangen, die Nennleistung des Verbrennungsmotors und die Stundenleistung des Elektromotors gleichzusetzen. Besonders schädlich sind die Schwingungsbeanspruchungen, die über die Räder eingeleitet werden und übersetzt auf die am Ende des ganzen Systems liegende große umlaufende Masse des Motorankers wirken. Um diese Schwingungen aufzunehmen, sie zu dämpfen und alle Resonanzerscheinungen auszuscheiden, wird beim Obus Leipzig hinter dem Motor eine elastische Kupplung eingeschaltet, die im wesentlichen aus einer auf Zug und Druck beanspruchten Ringfeder besteht und die Schwingungsarbeit durch Reibung aufzehrt.

In England wird fast ausschließlich der Schneckenantrieb verwendet, der vollkommen geräuschlos arbeitet und sich bisher gut bewährt hat[36]). Die Untersetzung ist auf etwa 9 : 1 bis 10 : 1 begrenzt. Leider liegen in Deutschland ausreichende Erfahrungen bisher noch nicht vor.

Die Möglichkeit, die Antriebsleistung auf zwei oder vier Motoren zu verteilen, hat zu besonderen Konstruktionen der Laufwerke geführt. Bei einigen Wagen der Steglitzer Obus-Linie erfolgt der Antrieb durch zwei an den Längsträgern des Fahrgestells hängende Motoren, die über Ausgleichgetriebe und Schnecken auf das Räderpaar der jeweiligen Wagenseite wirken[37]). Eine beachtliche Ausführung, die Ausgleichgetriebe überflüssig macht, zeigt auch der Obus Idar—Tiefenstein. Der Doppelmotor ist als Hinterachsbrücke ausgebildet, jeder Motoranker treibt über Zahnräder die Räder seiner Wagenseite an. Da die Wagenmasse auf diese Weise im Gegensatz zum normalen Autobusantrieb weiter nach hinten verlagert ist, sind die Fahreigenschaften besonders gut.



RI Strombegrenzungsrelais *RII* Überstrom-Selbstausschalter mit Haltespule *h* *RIII* Überspannungsrelais

Abb. 6. Obus-Schützsteuerung mit Verbundmotor, Nutz- und Widerstandsbremse (englische Ausführung).

Auf Einzelheiten kann im Rahmen dieser Abhandlung nicht näher eingegangen werden[38]). Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen und gekennzeichnet durch das Suchen nach einer brauchbaren Lösung, die die Vorteile des elektrischen Antriebs und besonders des schnellaufenden Motors (Gewichtsersparnis) auszunutzen gestattet. Leider haben die Untersuchungen ergeben, daß bei größeren Leistungen der unmittelbare Radantrieb über Zahnradvorgelege (nach Art des Straßenbahnantriebs) zu schweren und räumlich kaum unterzubringenden Konstruktionen führt. Wegen der guten fahrtechnischen Eigenschaften wird in Zukunft die fahrgestellose Wagenbauart, die auch in der Unterhaltung billiger ist, besondere Bedeutung erlangen. Den Bestrebungen, einen brauchbaren Schwingantrieb auch für Vierradobusse durchzubilden, darf mit Interesse entgegengesehen werden.

6. Ausbildung der Fahrleitung. Die Beanspruchungen, denen eine Obusfahrleitung unterliegt, sind anders geartet und größer als bei der Straßenbahn. Über die beiden langen Stangen werden alle Unebenheiten

[34]) In England werden fast ausschließlich Schützsteuerungen verwendet, in Amerika daneben auch Schaltwerksteuerungen (meist druckluftbetätigt und elektrisch gesteuert).
[35]) ETZ 56 (1935) S. 822, Abb. 5.
[36]) Transport Wld. 80 (1936) S. 319.
[37]) ETZ 56 (1935) S. 819.
[38]) Vgl. Schiffer, Das neuzeitliche elektrische Nahverkehrsmittel, der Oberleitungsomnibus, S. 14, Essen: Selbstverlag 1936. — E. Kühn, Verkehrstechnik 17 (1936) S. 374.

Digitized by Google

der Straße und alle Kräfte (Bremsen!) stoßartig auf die Fahrleitung übertragen. Sie ist dabei nicht nur senkrechten, sondern — besonders beim Ausweichen — auch waagerechten Stößen ausgesetzt. Wird die starre Straßenbahnaufhängung verwandt, so muß ein sehr hoher Anpreßdruck (12 bis 16 kg, gelegentlich auch bis 20 kg) gewählt werden, um ein Entgleisen der Stromabnehmer zu verhindern. Der Fahrdraht wird bei dieser Aufhängung aber in starke, kurze Schwingungen versetzt, die sich an den festen Aufhängepunkten brechen und im Laufe der Zeit zu Ermüdungserscheinungen des Werkstoffs und zum Bruch des Fahrdrahtes führen. Man hat daher gelegentlich den Fahrdrahtquerschnitt vergrößert und das Trägheitsmoment in der am meisten beanspruchten Achse erhöht (ovaler Querschnitt)[39]).

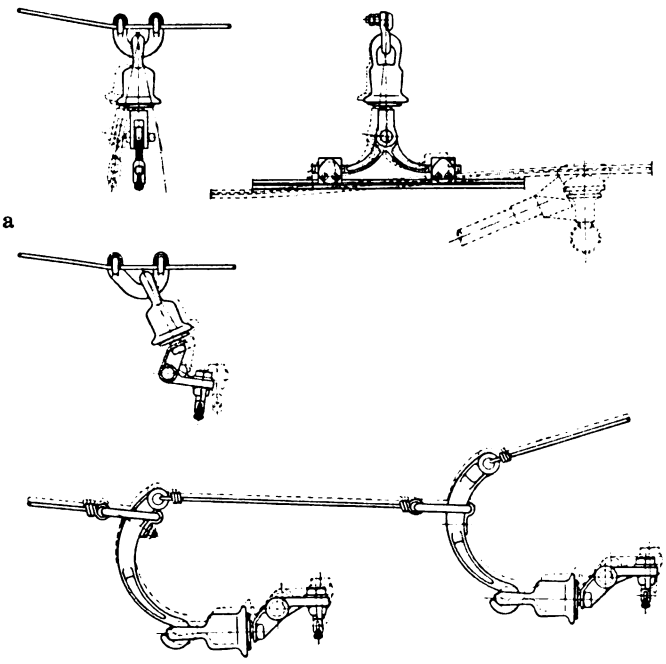


Abb. 7. Freibewegliche Obus-Fahrdrahtaufhängung
a in der Geraden b in der Krümmung.

Während im Ausland fast ausschließlich die starre Aufhängung verwandt wird, ist in Deutschland bereits bei den ersten Anlagen die Oberleitung nach neuartigen Gesichtspunkten durchgebildet worden. Man hat erkannt, daß ein vollkommen frei bewegliches System den hohen Anforderungen am besten entspricht, weil der einmal in Schwingungen versetzte Fahrdraht über eine Reihe von Feldern ausschwingen kann, ohne daß die Welle an den Aufhängepunkten gebrochen oder zurückgeworfen wird. Außerdem ist der Stromabnehmer in der Lage, ohne allzu große Kräfte sich den Fahrdraht jeweils in die günstigste Stellung heranzuholen. Da die Klemmen an den Aufhängepunkten bei der Durchfahrt der Stromabnehmer angehoben werden, sind Schläge kaum noch wahrzunehmen. Es hat sich gezeigt, daß der Verschleiß des Drahtes an den Aufhängepunkten nicht größer ist als zwischen diesen. Nach alledem ist es auch verständlich, daß der Anpreßdruck zwischen Fahrdraht und Gleitschuh sehr niedrig (8 bis 10 kg) gehalten werden kann.

Abb. 7 zeigt eine pendelnde Aufhängung a in der Geraden und b in der Krümmung. Auch in der Krümmung kann der Isolator Seitenbewegungen ausführen, die allerdings durch den Kurvenzug begrenzt sind. Bei kleineren Halbmessern wird die Beweglichkeit durch einen besonderen Gelenkbügel erzielt. Die bewegliche Kurvenaufhängung besitzt u. a. auch den Vorteil, daß sie bis zu einem gewissen Grade einen selbsttätigen Ausgleich der durch Temperaturänderungen bedingten Spannungen bewirkt. Ganz enge Krümmungen, die erfahrungsgemäß langsam durchfahren werden, werden mit starrer Aufhängung ausgeführt. Zur Vermeidung von Entgleisungen soll die Oberleitung in der Krümmung möglichst über dem Innenkreis der Fahrbahn verlegt werden.

Die freibewegliche Aufhängung, die sich in Deutschland ganz ausgezeichnet sowohl in betriebstechnischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht bewährt hat, findet auch bereits im Ausland die gebührende Beachtung. So sind bereits verlegt in Lüttich 7,4 km; Prag 4 km; Budapest 1 km; Nottingham 0,2 km. Über die Bewährung anderer Fahrleitungssysteme, wie die Parallelogrammaufhängung[40]) (Oldenburg) und die halbstarre Oberleitung (Berlin-Steglitz) kann wegen der Kürze der Betriebszeit eine einwandfreie Beurteilung noch nicht abgegeben werden.

7. Der Stromabnehmer. In der letzten Zeit ist man von der Rolle immer mehr zum Gleitschuh übergegangen. Seine Verwendung bietet wesentliche Vorteile — leichtes Gewicht, ruhiger Lauf, geringe Entgleisungsgefahr[41]), größere Auflagefläche, daher weniger Neigung zum Funken, weniger Rundfunkstörungen —, macht aber die Schmierung der Oberleitung[42]) notwendig. Wegen der besonderen Beanspruchung ist die Lebensdauer kürzer als bei der Straßenbahn.

Die Gleitschuhe bestehen meist aus Stahl und müssen nach 3000 bis 5000 Fahrkilometer nachgeschliffen werden[43]). Neuerdings wird auch Gußeisen verwendet, das wesentlich billiger ist, aber eine kürzere Lebensdauer aufweist (rd. 75 % der des Stahls). Über die Eignung von Gleitschuhen mit auswechselbaren Kohlestücken[44]) ist ein abschließendes Urteil noch nicht abzugeben. Das Bestreben geht dahin, einen möglichst billigen Gleitschuh zu erproben, der ohne Nacharbeit nach etwa 3000 bis 5000 km ersetzt wird.

Bei Rauhreif und starker Vereisung ist der Verbrauch an Gleitschuhen außerordentlich groß. Die Verwendung besonderer Flüssigkeiten, die ein Vereisen verhindern sollen, haben in London zu keinem Ergebnis geführt; man hilft sich dort in der Weise, daß man einige Wagen die Nacht über in Betrieb läßt[45]). In Idar-Tiefenstein wird die Leitung mit Strom aufgetaut.

Wirtschaftliche Fragen.

Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Obusbetriebes und der Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln setzen die Kenntnis der Verkehrs- und Betriebsverhältnisse voraus. Dabei ist zu bedenken, daß das Bild der wirtschaftlichen Gestaltung verschieden ist, je nachdem es sich um eine neue selbständige Anlage, um eine Netzerweiterung oder um die Umstellung eines Straßenbahn- (Weiterverwendung vorhandener Anlagen und des fachkundigen Personals) oder Kraftomnibusbetriebes handelt.

1. Anlagekapital und Kapitaldienst. Der Oberleitungsomnibus steht hinsichtlich seiner Anlagekosten zwischen Straßenbahn und Autobus. Bei mittleren Wagenabständen von 7½ bis 15 min beträgt der Kapitalbedarf nur etwa 30 bis 50 % von dem der eingleisigen und 20 bis 40 % von dem der zweigleisigen Straßenbahn, liegt aber etwa 40 bis 100 % höher als beim Dieselbus.

Im allgemeinen ist ein Obus noch etwa 10 bis 20 % teurer als ein Dieselbus gleicher Größe, Leistungsfähigkeit und Ausführung. (Einzel- gegen Reihenfertigung!) Man

[39]) Ausführung Lüttich, vgl. Verkehrstechnik 16 (1935) S. 256.

[40]) In starken Krümmungen werden besondere Schleifkufen oder nach oben abgestützte Beidrähte verwendet, in flachen Kurven der Nier'sche Fahrdrahthalter.

[41]) In England rechnet man auf 10 000 Wagen-km etwa 0,6 bis 0,7 Entgleisungen.

[42]) Schmierung nach etwa 4000 Durchfahrten mit einer Mischung von Graphit und Fett oder einer leicht verdunstbaren Flüssigkeit (Ohio-Brass).

[43]) Lebensdauer eines Gleitschuhes aus Bandagenstahl in Lüttich: rd. 6000 km (max. 15 000 km), eines Gleitschuhes aus Sonderstahl in London: positiver Schuh 3200 km, negativer Schuh 2900 km [vgl. Electr. Bus Tram J. 74 (1936) S. 112]. Lüttich verwendet jetzt Gleitschuhe aus Temperguß, die eine Laufleistung von 8500 bis 9000 km aufweisen (einmaliges Nacharbeiten).

[44]) Versuche in London: Lebensdauer 1500 bis 3000 km [vgl. Transport Wld. 80 (1936) S. 197]; Versuche in Oldenburg: Lebensdauer 1300 bis 1500 km.

[45]) Electr. Bus Tram J. 74 (1936) S. 113.

Digitized by Google

darf aber annehmen, daß die Weiterentwicklung des neuen Verkehrsmittels zu einer Angleichung der Preise führt, wie dies in England bereits der Fall ist. Eine Begrenzung der Ausführungsform auf einige wenige Wagentypen und Wagengrößen wird dabei eine notwendige Voraussetzung sein[46]); sie darf aber nicht zu einer Hemmung der gesunden, fortschreitenden technischen Entwicklung führen.

Die Preise für die Oberleitungsausrüstungen richten sich nach der Art der Ausführung und den Straßenverhältnissen. Durch die Rücksichtnahme auf bestehende Werkstätten und Betriebshöfe werden die Anlagekosten oft nicht unwesentlich durch lange Zufahrtsstrecken erhöht[47]).

Die Größe der Unterwerke und damit ihre Anlagewerte sind durch Fahrplan, Wagengewicht, Geschwindigkeit, Anfahrbeschleunigung, Geländeverhältnisse und durch die sonstigen Betriebsbedingungen bestimmt.

Trotz der notwendigen Oberleitung sind die Anlagekosten einer Obus-Wagenhalle geringer als die einer Autobushalle, weil Tankanlagen sowie Einrichtungen für die Heizung, den Abzug der schädlichen Auspuffgase, den verstärkten Feuerschutz usw. fortfallen.

Der Kapitaldienst setzt sich aus der Verzinsung des Anlagekapitals und den Aufwendungen für die Abschreibungen zusammen. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen kann angenommen werden, daß bei gleichen Betriebsverhältnissen die Lebensdauer eines Obusses etwa 30 bis 50 % höher liegt als beim Dieselbus. In England wird allgemein mit 10 bis 12 Jahren gerechnet[48]); man hofft aber selbst unter den schweren Betriebsverhältnissen in London mit den Allmetall-Obussen eine Lebensdauer von 15 Jahren [jährliche Leistung 70 000 Wagenkm (Wkm)] zu erreichen[49]). Die größere Lebensdauer liegt in der Verwendung des Elektromotors und des erschütterungsfreien Antriebs begründet. Für die Oberleitung kann ein Abschreibungssatz von 4 %, für die Gleichrichteranlage ein solcher von 6 bis 8 % als ausreichend angesehen werden.

Um den wirtschaftlichen Notwendigkeiten der Obusbetriebe gerecht zu werden, wird die Genehmigungsdauer nach der für die Straßenbahnen geltenden Vorschrift[50]) festgesetzt, obwohl die Obusbetriebe rein rechtlich Linienunternehmen sind[51]). Die Dauer der Genehmigung ist also so zu bemessen, daß der Unternehmer während dieser Zeit sein Anlagekapital tilgen kann.

2. Betriebskosten. Der Verkehrsdienst nimmt naturgemäß unter den Betriebskosten die erste Stelle ein. Er besteht zu rd. 85 bis 95 % aus reinen Löhnen und ist daher durch die Art des Betriebes (z. B. Einmann-Wagen) und den wirtschaftlichen Einsatz der Gefolgschaft gegeben. Ein wirksames Mittel zu seiner Herabsetzung ist die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit.

Die Stromkosten sind abhängig von der Höhe des Verbrauchs und vom Strompreis. Der Stromverbrauch selbst wieder ist bestimmt durch die gewählte elektrische Ausrüstung, durch die Wegeverhältnisse und die Betriebsbedingungen; er steigt mit dem Wagengewicht[52]) und der Reisegeschwindigkeit, fällt aber mit zunehmendem Halteabstand. Wegen des hohen Bewegungswiderstandes liegt der Verbrauch je tkm bei gleichen Betriebsbedingungen etwa 70 bis 100 % höher als bei der Straßenbahn. Die Verbrauchszahlen einiger ausgeführter Obusbetriebe sind in Zahlentafel 3 wiedergegeben. Der Stromverbrauch

Zahlentafel 3. Stromverbrauchszahlen (am Unterwerk gemessen, einschl. Nebenverbrauch).

Linie	Halteabstand m	Reisegeschwindigkeit km/h	Anfahrbeschleunigung m/s²	Wagengewicht + mittlere Besetzung t	Stromverbrauch kWh/Wkm	Wh/tkm
Mettmann—Gruiten*'	375	17,3	0,6	9,7	1,72	178
Idar—Tiefenstein . .	460	20,0	0,6	10,5	1,40	133
Spandau—Staaken .	404	18,0	0,8	12,0	1,70	142
Steglitz—Marienfelde	270	21,0	1,0	11,7*'' / 12,7*'''	2,10	174
Oldenburg*''' . . .	350	20,0	1,0	8,4	1,20	143
Insterburg	400	15,6*''''	0,9	8,0	1,24	155

*' Bergiges Gelände: Einmotorig. *'' Zweimotorig. *''' Einmotorig. *'''' Sehr schlechte Straßenverhältnisse.

aller englischen Obusse betrug im Jahre 1935/36 1,34 kWh/Wkm (Straßenbahn: 1,48 kWh/Wkm)[53]).

Zahlreiche Ermittlungen haben gezeigt, daß der Obus im innerstädtischen Verkehr dem Dieselbus gegenüber nur dann wettbewerbsfähig bleibt, wenn die Strompreise nicht über 6 Rpf/kWh liegen[54]). Die deutschen Elektrizitätswerke haben dieser Notwendigkeit, die im Interesse der einheimischen Kraftstoffversorgung liegt, nicht immer das nötige Verständnis entgegengebracht. Ihre Einstellung bedarf dringend einer Änderung.

Über die Unterhaltungskosten eines Obusses liegen in Deutschland wegen der Kürze der Betriebszeit einwandfreie Zahlen noch nicht vor. Sie sind vielfach auch dadurch verwischt, daß die ersten Anlagen mit Kinderkrankheiten behaftet waren, die jetzt erst als überwunden gelten. In Idar-Tiefenstein betragen die Unterhaltungskosten gegenwärtig 4,1 Rpf/Wkm, in Mettmann-Gruiten 4,5 Rpf/Wkm. Man wird wohl einen Kostensatz von 5 bis 6 Rpf/Wkm als für den innerstädtischen Betrieb ausreichend hoch ansehen können bei einer jährlichen Leistung eines Wagens von 65 000 Wkm (vgl. hierzu Dieselbus: 8 bis 9½ Rpf/Wkm). Die Kosten für die Bereifung, die vom Wagengewicht und den Straßenverhältnissen abhängen, können im Mittel mit 2 bis 2½ Rpf/Wkm angenommen werden. Nach englischen Ergebnissen verhalten sich die Unterhaltungskosten (einschl. Bereifung) von Obus, Benzinbus und Dieselbus wie etwa 100 : 130 : 140[55]).

Die Unterhaltung der Fahrleitung ist, sofern das freibewegliche System verwendet wird, nur wenig teurer als bei der Straßenbahn. Im Mittel können 1,2 bis 1,4 Rpf/Wkm angenommen werden. Die starre Aufhängung dagegen bedingt erheblich höhere Aufwendungen (vgl. England, Zahlentafel 6).

Als Fahrzeug, das mit heimischem Kraftstoff betrieben wird, hat der Obus nur etwa die Hälfte der Kraftfahrzeugsteuer zu zahlen wie ein Benzin- oder Dieselbus[56]).

3. Geltungsbereich. Geht man davon aus, daß die wirtschaftliche Berechtigung eines Verkehrsmittels im Grenzfall dann gegeben ist, wenn die gesamten Betriebskosten durch die Einnahmen gedeckt sind, so lassen sich Grenzwerte bestimmen, von denen ab ein Verkehrsmittel den anderen wirtschaftlich überlegen ist[57]). Da einer solchen Rechnung mittlere Betriebswerte zugrunde gelegt werden müssen, können sich die so abgegrenzten Geltungsbereiche in der Praxis mehr oder minder stark überschneiden. Die Durchrechnung zahlreicher Beispiele hat gezeigt, daß der wirtschaftliche Arbeitsbereich eines Obusses bei einer Wagendichte von 7½ bis 20 min liegt. Bei kürzerer Wagenfolge ist die Straßenbahn, bei größerer der Dieselbus überlegen. Der Obus benötigt somit eine jährliche Belastung von 150 bis 500 000 Personen/Strecken-

[46]) Normaltyp in London: Sechsraddoppeldecker mit 70 Sitzplätzen, 5 Stehplätzen, 80 PS-Motor, Schützsteuerung.

[47]) Bei den in Deutschland bisher ausgeführten Anlagen betragen die Zufahrtsstrecken rd. 20% der Betriebsstrecken.

[48]) Pass. Transp. J. 76 (1937) S. 76 und Transport Wld. 80 (1936) S. 311.

[49]) Pass. Transp. J. 76 (1937) S. 115.

[50]) Verordnung zur Durchführung des Personenbeförderungsgesetzes § 17.

[51]) Erlaß des Reichsverkehrsministers vom 30. 10. 1935 K 2.7564. Für Linienunternehmen ist die Genehmigungsdauer im Höchstfall auf zehn Jahre begrenzt.

[52]) Nach den gesetzlichen Bestimmungen darf das Gesamtgewicht von 3-Achsern 18,5 t, von 2-Achsern 13 t betragen. In England entsprechend 13,5 tons und 11 tons.

[53]) Pass. Transp. J. 76 (1937) S. 16a.

[54]) Englische Untersuchungen ergaben einen wirtschaftlichen Strompreis von 5,1 bis 5,5 Rpf/kWh (Gasölpreis 22,5 Rpf/l) (1 £ = 20,40 RM).

[55]) Pass. Transp. J. 76 (1937) S. 76 und Trans. J. 80 (1936) S. 475.

[56]) Vgl. Zweites Gesetz zur Änderung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes. Vom 28. 2. 1935. RGBl. 1935, Teil I, S. 313.

[57]) Vgl. F. Lehner, ETZ 56 (1935) S. 677.

Digitized by Google

kilometer und setzt eine Bevölkerungsdichte von rd. 15 bis 40 Einwohnern/ha voraus.

Wie der Dieselbus kann der Obus als Zubringer zur Straßenbahn und Schnellbahn und zur Bedienung von Außen- und Innenstrecken mit mittlerer Belastung eingesetzt werden. Er wird auch dort Verwendung finden können, wo heute schwach ausgenutzte Straßenbahnen mit Zugfolgen von 10 bis 15 min verkehren. Die Umstellung erfolgt zweckmäßigerweise dann, wenn die Erneuerung der Gleisanlage dringend wird.

Die verkehrliche und betriebliche Eignung des Obusses als innerstädtisches Massenverkehrsmittel kann auf Grund der englischen und amerikanischen Ergebnisse als erwiesen angesehen werden. Die auf den Fahrgast bezogene Straßenflächenbeanspruchung ist infolge der um etwa 20 bis 25 % besseren Raumausnutzung geringer als bei den Benzin- und Dieselomnibussen der üblichen Bauart.

Der Obus besitzt zweifelsohne auch den Vorteil, daß auf lange Sicht mit gleichbleibenden Betriebskosten gerechnet werden kann, während die Treibstoffkosten beim Dieselbus mit Sicherheit noch weiter ansteigen werden. Die erneute Erhöhung des Gasölpreises um 2 RM/100 kg (ab 26. 4. 1937) hat die Verhältnisse zugunsten des Obusses abermals verschoben. Da Gasöl noch zum weitaus größten Teil aus dem Ausland eingeführt wird, bedeutet der Einsatz eines Obusses im Rahmen des Vierjahresplanes eine im Interesse unserer heimischen Kraftstoffversorgung liegende Maßnahme.

4. Ergebnisse ausländischer Obusbetriebe. In den Zahlentafeln 4 bis 7 werden einige Wirtschaftsergebnisse ausländischer Obusbetriebe mitgeteilt.

Im Vergleich zur Straßenbahn liegen beim Obus die reinen Betriebskosten um etwa 16 bis 18 % niedriger. Dabei ist zu beachten, daß in Amerika sowohl wie in England fast nur Straßenbahntriebwagen gefahren werden.

In Zahlentafel 6 sind die Wirtschaftsergebnisse von 14 englischen Städten, die gleichzeitig Obusse und Straßenbahnen betreiben, zusammengestellt.

In allen ausländischen Berichten wird besonders darauf hingewiesen, daß die Umstellung des Straßenbahnbetriebes auf Obusbetrieb überall eine starke Verkehrszunahme zur Folge hatte (Zahlentafel 7). Viele Betriebe waren daher in der Lage, ihre Betriebskoeffizienten ganz bedeutend zu verbessern.

5. Vergleich eines Obus- und eines Dieselbusbetriebes. An einem praktischen Beispiel soll ein Wirtschaftsvergleich zwischen einem Obus- und einem Dieselbusbetrieb durchgeführt werden. Es soll sich in beiden Fällen um neuerstellte Anlagen handeln.

Zahlentafel 4. Kostenvergleich amerikanischer Straßenbahn- und Obusbetriebe*). [Reine Betriebskosten ohne Abschreibungen und Abgaben in Rpf/Wkm]†).

	Obus	Straßenbahn		Obus	Straßenbahn
Dayton	47,74	49,83	Columbus	41,32	60,60
Toledo	53,06	66,26	San Francisco	74,20	67,57
Providence	53,61	75,04	Peoria	31,28	37,36
Indiapolis	38,51	52,98			
Duluth	42,34	55,15	im Mittel:	47,76	58,11
			in %	82,1	100

*) Trans. J. Bd. 80 (1936) S. 333.
†) 1 $ = 4,20 RM.

Zahlentafel 5. Kostenaufteilung englischer Straßenbahn- und Obusbetriebe*). [Reine Betriebskosten in Rpf/Wkm]†). Mittelwerte aller Betriebe 1935/36.

Ausgaben	Obus	Straßenbahn
Unterhaltung und Reparaturen	9,93	13,94
Stromkosten	7,97	8,29
Verkehrsdienst	28,67	32,47
Steuern und Abgaben	2,32	3,12
Entschädigungen und Unfallversicherung	0,90	0,74
Allgemeine Unkosten	4,17	5,91
Reine Betriebskosten**)	53,96	64,47
In %	83,7	100

*) Pass. Transp. J. 76 (1937) S. 16.
**) London 1935/36: Obus 55 Rpf/Wkm, Straßenbahn 59,1 Rpf/Wkm.
†) 1 £ = 20,40 RM.

Zahlentafel 6. Betriebsergebnisse von 14 englischen Verkehrsbetrieben 1934/35 in Rpf/Wkm*).

Betriebsausgaben	Obus Rpf/Wkm	Straßenbahn Rpf/Wkm
Verkehrsdienst	32,72	32,22
Strom	9,47	9,84
Bahnanlagen	—	4,05
Elektr. Anlagen	2,01	1,11
Wagen einschl. Reifen	8,93	8,06
Gebäude	0,55	0,65
Steuern	3,07	3,70
Soz. Ausgaben	0,75	0,42
Verwaltungskosten	4,57	5,21
Reine Betriebskosten	62,07	65,28

*) 1 £ = 20,40 RM.

Zahlentafel 7. Verkehrszunahme beim Obusbetrieb gegenüber dem Straßenbahnbetrieb innerhalb eines Jahres in %.

Dayton	Toledo	Providence	Indiapolis	Columbus	San Francisco
25	17	23	12	32	52

Unterlagen:

Linienlänge	4 km	Kosten: Obus	35 000 RM
Wagenabstand	10 min	„ Dieselbus	32 000 „
Wagen in Betrieb	4	„ Oberleitung	70 000 „
„ „ Reserve	1	Wagenhalle und Werkstatt:	
Reisegeschwindigkeit	19 km/h	Obus	40 000 „
Halteabstand	350 m	Dieselbus	45 000 „
jährliche Leistung	320 000 Wkm	Kosten: Umformerwerk	20 000 „
Leistung je Wagen	64 000 km	Lebensdauer: Obus	12 Jahre
Strompreis	6 Rpf/kWh	„ Dieselbus	8 „
Stromverbrauch	1,25 kWh/Wkm	Abschreibung: Oberleitung	4 %
Gasölpreis	16,5 Rpf/l	„ Unterwerk	6 %
Gasölverbrauch	0,32 l/km	„ Wagenhalle und Werkstatt	1,5 %
Wagen 25 Sitz- und 15 Stehplätze			

Zahlentafel 8. Betriebsergebnisse.

	Obus Rpf/Wkm		Dieselbus Rpf/Wkm	
Verkehrsdienst	16,7		16,7	
Strom- bzw. Gasölverbrauch	7,5		5,3	
Schmieröl	0,2		0,8	
Bereifung	2,2		2,2	
Wagenunterhaltung	5,5		9,0	
Fahrleitung	1,3		—	
Beförderungssteuer	1,15		1,15	
Kraftfahrzeugsteuer	0,60		1,20	
Haftpflicht	0,30	2,05	0,30	2,65
Gebäude		0,5		0,5
Verwaltungs- und Handlungsunkosten		4,00		4,00
Reine Betriebskosten		39,95		41,15
Kapitaldienst		4,77		3,21
Abschreibungen Wagen		4,56		6,26
„ Fahrleitung		0,88		—
„ Gebäude		0,19		0,21
„ Umformerwerk		0,38		—
Gesamte Betriebskosten		50,73		50,83

Unter den gemachten Annahmen liegen die Betriebskosten beim Obus etwa in gleicher Höhe wie beim Dieselbus. Das Ergebnis darf aber nicht verallgemeinert werden, vielmehr sollen die mitgeteilten Zahlenwerte nur Anhaltspunkte für eigene Rechnungen geben und einen Einblick in den Kostenaufbau vermitteln.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 171 Bruchlastfaktor und mechanische Sicherheit bei der Berechnung von Freileitungen. — Unter Hinweis auf ausländische Vorschriften wird in dem Aufsatz zunächst der Begriff des Bruchlastfaktors (i_r) näher bestimmt; es wird hierunter das Verhältnis der Zusatzlast, welche das Seil zum Reißen bringt, zu derjenigen, welche nach den Vorschriften in Rechnung zu setzen ist, verstanden. Beide Belastungsfälle werden bei gleicher Temperatur untersucht. Bezeichnet man das Gewicht des nicht zusätzlich belasteten Seiles mit γ, das Gesamtgewicht bei zusätzlicher Normbelastung mit γ_0 und dasjenige bei Bruchbelastung mit γ_r, wobei sich sämtliche Werte auf die Einheit der Seillänge und des Querschnittes beziehen, dann ist also $i_r = \gamma_r - \gamma/\gamma\ (m-1)$, wobei noch $m = \gamma_0/\gamma$ gesetzt wurde. Die Zustandsgleichung liefert zwischen der Seilspannung bei Bruchbelastung (σ_r) und derjenigen bei normaler Zusatzlast (σ_0) die Beziehung:

$$\frac{\sigma_r - \sigma_0}{E} = \frac{\gamma_r^2 a^2}{24\,\sigma_r^2} - \frac{m^2\gamma^2 a^2}{24\,\sigma_0^2}.$$

(E Elastizitätsmodul; a Spannweite). Durch Elimination von γ_r aus obigen Gleichungen erhält man dann:

$$i_r = \frac{1}{m-1}\left(m\sqrt{\frac{\sigma_r^2}{\sigma_0^2} + \frac{24\,\sigma_r^2}{m^2\gamma^2 a^2}\cdot\frac{\sigma_r - \sigma_0}{E}} - 1\right). \quad (1)$$

Da der Bruch des Seiles erst nach einer Beanspruchung erfolgt, welche oberhalb der Proportionalitätsgrenze der Elastizität liegt, gibt Gl. (1) nur einen unteren Grenzwert des Bruchlastfaktors, d. h. i_r ist tatsächlich größer als der errechnete Wert. Bezeichnet man mit R den Radikanten der Wurzel, dann ergeben sich folgende Ungleichungen:

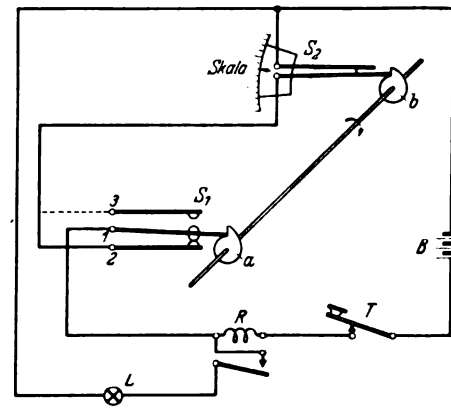
$$i_r > R > \frac{\sigma_r}{\sigma_0} = K.$$

(K mechanische Sicherheit). Wie man daraus ersieht, ist der Wert des Bruchlastfaktors stets größer als die mechanische Sicherheit. Die graphische Darstellung von Gl. (1) zeigt, daß Leitungen großer Querschnitte und kurzer Spannweiten besonders widerstandsfähig gegen Überlastungen durch Rauhreif sind; außerdem wird nachgewiesen, daß Aldrey- bzw. Stahlaluminiumleitungen eine wesentlich höhere Überlastbarkeit besitzen, wie Bronzeleitungen. Für diese Untersuchung wird allgemein eine dreifache mechanische Sicherheit und eine vom Leiterquerschnitt unabhängige Zusatzlast von 1 kg/m als normal vorausgesetzt. Im Hinblick auf die Unsicherheit bei der Festlegung der Werte der Schnee- und Eisbelastung wird dann empfohlen, in die Berechnungsvorschriften Mindestwerte des Bruchlastfaktors aufzunehmen; daraus würde folgen, daß dann die mechanische Sicherheit keine feste Größe wäre, sondern von der Spannweite und dem Leiterquerschnitt abhängen würde. Die Rauhreifgefährdung einzelner Gebiete könnte dadurch eine vernünftige Berücksichtigung finden. [S. Alber, Rev. gén. Électr. 41 (1937) S. 547; 4 S., 5 Abb.] *Khl.*

Geräte und Stromrichter.

621. 318. 423 : 621. 314. 652 Die Saugdrossel bei gittergesteuerten Gleichrichtern. — Die Saugdrossel verringert beim Gleichrichter die effektive Strombelastung der einzelnen Anoden, indem sie abwechselnd zwei Anoden parallelschaltet. Hierdurch verhält sie sich gleichzeitig als Spannungsteiler und als Stromteiler. An der Drossel liegt immer die Differenz zweier aufeinanderfolgender Phasenspannungen. Als Grundfrequenz der Saugdrosselspannung ergibt sich bei einem p-phasigen Gleichrichter die p/2-fache der Netzfrequenz. Bei voller Aussteuerung ist die Spannung am kleinsten, beim Abwärtssteuern wächst sie an, um bei einem Zündwinkel von 90° ihren Höchstwert zu erreichen. Dieses allmähliche Ansteigen zeigen die Darstellungen für die Zündwinkel $\varphi = 0, 30°, 45°, 60°, 90°$. Die Spannung wird analysiert und die isolationstechnische Bemessung der Saugdrossel festgestellt. Anschließend wird aus der Spannungskurve für veränderlichen Zündwinkel der Verlauf des magnetischen Feldes abgeleitet. Die Nulldurchgänge der Flußkurve liegen unsymmetrisch zu denen der Spannung. Der Höchstwert des Flusses verläuft nicht stetig bei veränderlichem Zündwinkel. Es wird die Dimensionierung der Saugdrossel mit der eines gewöhnlichen Transformators verglichen. [O. Schiele, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 11, S. 749; 7 S., 7 Abb.]

621. 317. 39 : 621. 316. 57. 066. 5 Messung der Schaltzeit von Schnellschaltern. — Die Schaltzeit von Schnappschaltern, Relais usw. liegt in der Größenordnung von 0,001 s. Zur Messung dieser Zeit ohne Oszillographen wurde eine einfache Einrichtung geschaffen, deren grundsätzliche Anordnung aus Abb. 1 hervorgeht. Auf einer rasch umlaufenden Welle



a, b Nockenscheiben
S_1, S_2 Schnellschalter
B Batterie
T Taste
R Relais
L Signallampe

Abb. 1. Anordnung zur Messung der Schaltzeit von Schnellschaltern.

sind zwei Nockenscheiben *a* und *b* fest angeordnet. Durch die Nocke *a* wird der zu prüfende Schalter S_1, durch *b* ein zweiter Schalter S_2 betätigt. Von der Stromquelle *B* wird über die beiden in Reihe liegenden Schalter S_1 und S_2 die Spule eines Relais *R* erregt. Beim Umlauf der Welle hebt die Nocke *a* die Schalterfeder an und schließt die Kontakte *1* und *3*. Wenn der Scheitel der Nocke *a* überschritten ist, werden die Kontakte *1* und *3* getrennt und anschließend *1* und *2* verbunden. Ist gerade in diesem Zeitpunkt auch S_2 geschlossen, so schließt das Relais *R* den Stromkreis der Signallampe *L*. Zur Messung der Schaltzeit wird zuerst der Stromkreis über die Kontakte *1* und *2* geführt. Der um die Achse der Nockenwelle drehbare Schalter S_2 wird nun verstellt, bis die Lampe aufleuchtet. Diese Stellung, auf einer in Winkelgraden geteilten Skala angezeigt, sei α °. Jetzt wird durch die Taste *T* die Signallampe gelöscht und — wie die punktierte Linie andeutet — die Zuleitung von *2* an den Kontakt *3* gelegt, so daß das Öffnen der Kontakte *3* und *1* gemessen wird. Damit die Signallampe wieder aufleuchtet, muß S_2 in die Stellung β ° gedreht werden. Ist die Drehzahl der Nockenwelle v U/min, so wird die Zeit t, die vom Öffnen der Kontakte *3* und *1* bis zum Schließen von *1* und *2* verstreicht, gegeben durch:

$$t = \frac{\beta - \alpha}{6\,v} \text{ in Sek.}$$

Dabei ist vorausgesetzt, daß die Umlaufgeschwindigkeit der Nockenwelle sich gleichbleibt und daß die Ansprechverzögerung von *R* unveränderlich und verhältnismäßig klein ist. Mit einer gegenüber Abb. 1 etwas vervollkommneten Meßeinrichtung konnten in einfacher und zeitsparender Weise Schnellschalter und andere rasch arbeitende Schaltanordnungen auf Gleichmäßigkeit geprüft werden. [S. Keilien, Electr. J. 34 (1937) S. 145; 3½ S., 5 Abb.] *Rsk.*

621. 314. 6. 015. 1 Die Messung des im Wechselstromnetz auftretenden zusätzlichen Spannungsabfalles in Gleichrichteranlagen. — Gleichrichteranlagen verzerren infolge der Wirkung ihres nicht sinusförmigen Primärstromes in den Blindwiderständen des speisenden Wechselstromnetzes die primäre Spannungskurve am Transformator derart,

Digitized by Google

daß ihr Effektivwert praktisch unverändert bleibt, der vom Gleichrichter aus der Spannungskurve herausgeschnittene, ins Gleichstromsystem übertragene Teil aber proportional zur Belastung und zum Blindwiderstand im Primärnetz vermindert wird. Es kann daher auch bei scheinbar konstanter Primärspannung am Gleichrichtertransformator der Blindwiderstand des speisenden Wechselstromnetzes einen zusätzlichen, durch eine Spannungsmessung auf der Primärseite nicht erfaßbaren Spannungsabfall hervorrufen, der den vom Transformator erzeugten, rechnerisch zugänglichen Gleichspannungsabfall unter Umständen stark vergrößert. Dieser zusätzliche Spannungsabfall läßt sich nur schwer errechnen, aber sehr einfach messen. Man schließt an einen Spannungswandler vor der Gleichrichteranlage (Hauptgruppe) eine kleine Meßgleichrichtergruppe an, die aus Klingeltransformatoren und Trockengleichrichtern mit konstanter Belastung und einem Spannungsmesser besteht, und mißt für zwei verschiedene Gleichstrombelastungen (etwa Leerlauf I_1 und möglichst große Last I_2) der Hauptgleichrichtergruppe ihre Gleichspannungen U_1 und U_2 sowie die Gleichspannungen u_1 und u_2 der Meßgruppe. Der gesuchte Gleichspannungsabfall auf Nennstrom (I_N) der Hauptgruppe umgerechnet, ist dann

$$u_z = \frac{\frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} I_2 + U_2}{\frac{u_1 - u_2}{I_2 - I_1} I_2 + u_2} \cdot \frac{u_1 - u_2}{I_2 - I_1} I_N$$

oder, wenn I_1 gegen I_2 vernachlässigbar klein ist,

$$u_z = \frac{U_1}{u_1} \cdot \frac{I_N}{I_2} (u_1 - u_2) .$$

Für eine richtige Messung sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen: 1. Die Primärwicklungen der Transformatoren von der Haupt- und Meßgruppe müssen gleiche Schaltung haben; 2. die Sekundärwicklungen der Klingeltransformatoren sind so zu schalten, daß die Meßgruppe mit der gleichen Anodenbrenndauer arbeitet, d. h. dem Charakter nach denselben Primärstrom hat wie die Hauptgruppe; 3. die Netzspannung muß während der konstanten Belastung der Hauptgruppe unveränderlich sein. Die Meßgruppe läßt sich als handliches Meßgerät ausbilden, das mit einfachen Umschaltungen die praktisch gebräuchlichen Schaltungen von Gleichrichteranlagen nachbildet. Anmerkung des Berichters: Das Meßgerät kann mit abweichender Primärschaltung der Klingeltransformatoren auch dazu benutzt werden, um den Einfluß einer verzerrten Primärspannung auf die Gleichspannungsverhältnisse und somit auf das Parallelarbeiten von Gleichrichteranlagen mit verschiedenen Transformatorschaltungen zu untersuchen. [E. Kern-Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 183; 2 S., 3 Abb.] *E. Schu.*

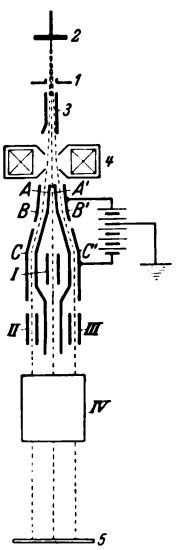
Elektrische Maschinen.

534. 838. 1 **Schwingungsdämpfung an Maschinen durch federnde Aufstellung.** — Die Hauptursache gelegentlicher Mißerfolge sieht der Verfasser in mangelnder Beachtung an sich bekannter physikalischer Grundbedingungen für eine wirksame Isolation und ungenügender praktischer Erfahrung. Zu ersteren gehört zunächst eine hinreichend tiefe Resonanzlage, damit man weit über der Resonanz arbeitet, wo die Ausschläge klein bleiben, und ferner das Vorhandensein einer ausreichenden Dämpfung (Energieverzehr), damit beim jetzt unvermeidlichen Durchfahren der Resonanz die Ausschläge in zulässigen Grenzen bleiben[1]). Diese Forderungen sind leicht erfüllbar durch filzartige Polster zwischen Fundament und Maschinenfuß[2]). Durch entsprechende Wahl von Breite und Höhe sowie geeignete Maßnahmen bei der Fertigung lassen sich Federungs- und Dämpfungswerte in weiten Grenzen nach Wunsch erzielen. Ihre Nachprüfung mittels Ausschwingkurve wird aufgezeigt. Auch für Querschwingungen eignen sich die Polster, wenn man sie in passendem Abstand mit geeignet tiefen Nuten versieht. Der Verfasser erwartet auch für Schiffsantriebe[3]) eine nutzbringende Anwendung solcher Polster, wenn zugleich eine bewegliche Kupplung zwischen Motor und Propellerwelle vorgesehen wird. Fundamentbolzen empfiehlt der Verfasser möglichst ganz wegzulassen. Stets steigern sie durch Vorbelastung die Härte der Polster, erhöhen somit die Eigenfrequenz und verschlechtern dadurch die Isolation. Verleimung der Polster mit Fundament und Maschinenfuß reicht meistens aus und hat sich bei Webstühlen, Hämmern, Stanzen usw. bewährt. Geräusche in Büroräumen, die von Maschinenschwingungen in der Nachbarschaft herrühren, kann man nicht durch schallschluckende Stoffe im Raum bekämpfen, sondern nur durch isolierende Aufstellung der Maschine selbst.

Nicht oft genug zu wiederholen ist der Hinweis auf die verschiedenartige Beurteilung ein und derselben Schwingungserscheinung an Hand der Anzeigen verschiedenartiger Meßgeräte. Je nachdem ob das Gerät ausschlags-, geschwindigkeits- oder beschleunigungsabhängig anzeigt, kann die eine oder andere Komponente bzw. Frequenz als die wichtigere erscheinen. Wenngleich vielfach der Beschleunigungsmesser den Vorzug verdient, weil die auf die Umgebung übertragene Störkraft (Anmerk. d. Ber.: nur bei einfachen Schwingungssystemen!) der Beschleunigung proportional ist, muß die richtige Auswahl von Fall zu Fall erfolgen[1]). Erfreulich ist auch die Kritik der vielfach irreführenden Werbedrucksachen für Schwingungsdämpfer: Da jede federnde Lagerung den Ausschlag der Maschine selbst vergrößert, sagt das Verhältnis des Fundamentausschlags zum Maschinenausschlag nichts über die Wirksamkeit des Dämpfers. Allein das Verhältnis des Fundamentausschlags mit Dämpfer zu demjenigen ohne Dämpfer zeigt seinen wahren Nutzen. [L. H. Hansel, Electr. Engng. 56 (1937) S. 735; 4 S., 10 Abb.] *Sfr.*

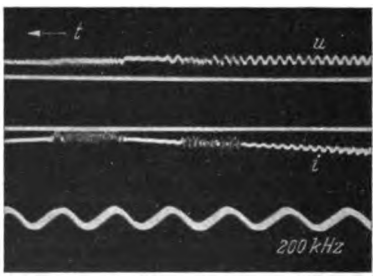
Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 755 **Dreifach-Kathodenstrahl-Oszillograph.** — Für Untersuchungen an Gasentladungen haben K. Kasai und I. Satoh einen Dreifach-Oszillographen geschaffen, bei dessen Ausführung sie auf Erfahrungen mit einem früheren Zweistrahlgerät aufbauen konnten. Der Dreifach-Oszillograph arbeitet grundsätzlich mit nur einem Kathodenstrahlbündel, das durch geerdete Bleche hinter der Vorkonzentrierspule in drei Teilstrahlen aufgeteilt wird. Abb. 2 zeigt das System der Ablenkplatten. AA' sind die Strahlzerlegungsplatten; die weiteren Platten BB' und CC' dienen der Parallelführung der Außenstrahlen mit dem mittleren Strahl. Das Plattensystem ist in sich trotz des engen Zusammenbaues so gut abgeschirmt, daß gegenseitige Beeinflussungen praktisch nicht auftreten. Weniger als 100 μA Gesamtstrom genügen bei einer Schreibgeschwindigkeit von etwa $^1/_{100}$ Lichtgeschwindigkeit zur Aufnahme deutlicher photographischer Bilder. Abb. 3 gibt als Beispiel das Oszillogramm des Lichtbogenstromes einer Quecksilberdampfentladung und der Spannung an einer vorgeschalteten Induktivität. Als dritte Kurve ist eine Zeitmeßschwingung aufgezeichnet. [K. Kasai und I. Satoh, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 8, S. 551; 3 S., 5 Abb.]



A Zerlegungsplatten
B, C Nebenplatten
I bis *III* Ablenkplatten
IV Zeitablenkung
1 Anode
2 Kathode
3 Vorablenkrohr
4 Konzentrierspule
5 Fluoreszenzschirm

Abb. 2. Aufbau des Dreistrahl-Oszillographen.



i Lichtbogenstrom
u Spannung an vorgeschalteter Induktivität

Abb. 3. Dreifach-Oszillogramm für einen Quecksilberdampf-Lichtbogen.

621. 319. 4 : 621. 317. 725. 027. 3 **Meßteiler für hohe Stoßspannungen.** — Zur Aufnahme sehr hoher Stoßspannungen wird das Meßgerät wie Kathodenoszillograph, Funkenstrecke oder Klydonograph über Hochspannungsteiler an die zu

[1]) Pöschl, Ing.-Arch. 4 (1933) S. 98; W. E. Johnson, Gen. Electr. Rev. 37 (1934) S. 423.
[2]) Thum u. Oeser, Z. VDI 78 (1934) S. 587.
[3]) H. Waas, Z. VDI 81 (1937) S. 763.

[1]) Meister, Forsch. Ing.-Wes. 6 (1935) S. 116.

Digitized by Google

messende Stoßspannung gelegt. Die durch Widerstandsteiler und durch Kapazitätsteiler bedingten Meßfehler wurden für Stoßwellen mit endlicher Stirnsteilheit berechnet. Bei Prüffeldmessungen wird vorteilhaft die Stoßwelle über den Stoßentladewiderstand und über einen Kathodenstrahloszillographen mit möglichst hoher Spannungsempfindlichkeit aufgenommen. Die rechnerisch ermittelte Verflachung der 0,5 µs-Stirn einer VDE-Normalwelle durch eine zweckmäßig aufgebaute Meßanordnung mit induktions- und kapazitätsfreiem Widerstandsteiler ist verschwindend. Ferner wird analytisch gezeigt, daß ein günstig entworfener Widerstandsteiler mit verteilten Kapazitäten die 0,5 µs-Stirn der Normalwelle nur geringfügig verlängert und ihre Form fast kurventreu wiedergibt. Von den untersuchten festen Stoffen für Teilerwiderstände bewährten sich nur aus Silizium gegossene Widerstandsstäbe. Die bei elektrolytischen Flüssigkeitswiderständen störende Spannungs- und Frequenzabhängigkeit der Leitfähigkeit kann durch geeignete Wahl des Elektrolyten so gemindert werden, daß sie praktisch nicht mehr in Erscheinung tritt.

Ein Kapazitätsteiler mit 32 pF Erdkapazität verzerrt eine Stoßwelle von 3,3 m Stirnlänge, wie sie der Steilwellengenerator[1]) liefert, beachtlich. Die verschiedenen Ausführungsformen des Kapazitätsteilers für Kathodenoszillographen, die Außen- und die Innenteiler werden besprochen. Es wurde ein während der Messung, stetig und in weiten Grenzen regelbarer Innenteiler entwickelt. Der Aufbau der Hochspannungskammer und des elektromagnetisch verstellbaren Meßteilers werden beschrieben. Das Meßablenksystem und der Meßteiler wurden mit Wechselspannung geeicht. Die Hochspannungskammer schlug bei einer Stoßspannung von 110 kV durch. Der Hochspannungs-Kathodenstrahloszillograph wurde mit einem kurzen engen Metallentladungsrohr für Wasserstoffbetrieb ausgerüstet. Das ins Ablenkrohr eingebaute Strahlsammelsystem wird durch acht außenliegende Spulen erregt. [W. Raske, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 10, S. 653; 14 S., 6 Abb., und H. 11, S. 732; 17 S., 18 Abb.]

535. 247. 4 **Photoelektrische Beleuchtungsmesser.** — Die Kommission für photoelektrische Beleuchtungsmesser der Amerikanischen Lichttechnischen Gesellschaft hat einen Erfahrungsbericht über die beim Gebrauch dieser Geräte zu beachtenden Fehlerquellen herausgegeben. Die Eichung der Beleuchtungsmesser erfolgt mit Glühlampenlicht. Da die spektrale Empfindlichkeit der in diesen Instrumenten verwendeten Sperrschichtzellen von der des menschlichen Auges verschieden ist, treten bei Messung von Lichtquellen anderer spektraler Energieverteilung mehr oder weniger große Abweichungen auf. Aus dem zur Verfügung stehenden Beobachtungsmaterial wurden für die verschiedenen Zellenarten charakteristische Kurven der spektralen Empfindlichkeitsverteilung abgeleitet und hierfür die bei der Messung von Lichtquellen verschiedener spektraler Zusammensetzung zu erwartenden Abweichungen berechnet. Für Selensperrschichtzellen wurden z. B. bei einer Farbtemperatur von 2700° K der Eichlampe die in Zahlentafel 1 wiedergegebenen Umrechnungsfaktoren erhalten.

Zahlentafel 1.

Lichtquelle	Korrekturfaktor
Schwarzer Strahler bei einer Farbtemperatur von	
2 000° K	0,874
2 400 „	0,965
2 700 „	1,000
3 000 „	1,019
4 000 „	1,011
5 000 „	0,969
10 000 „	0,786
Hg-Niederdrucklampe	1,123
Hg-Hochdrucklampe	1,191
Natriumdampflampe	1,450

Entsprechende Berechnungen wurden auch für andere Eichfarbtemperaturen angestellt. Die Ergebnisse zeigten, daß für die Messung der Beleuchtung durch Glühlampen, deren Farbtemperaturen im allgemeinen etwa zwischen 2400 und 3000° K liegen, bei Anwendung einer Eichfarbtemperatur von 2700° K die geringsten Abweichungen (±5%) auftreten. Experimentelle Nachprüfung der Faktoren für verschiedene Lichtarten ergab, daß besonders bei Lichtquellen mit Linienspektrum erhebliche Unterschiede gegenüber den berechneten Werten auftreten können, wenn die spektrale Zellenempfindlichkeit von dem angenommenen Verlauf etwas abweicht. Abgesehen von der Angleichung der spektralen Empfindlichkeit der Zelle an die des Auges mittels Farbfilter, die mit erheblicher Einbuße an Empfindlichkeit verknüpft ist, bleiben die Möglichkeiten, die Korrekturfaktoren für jede Lichtfarbe durch Eichung zu bestimmen oder die hierbei festgestellten Änderungen durch schaltbare Empfindlichkeitsstufen des Meßgeräts auszugleichen. — Bei Messung schräg auftreffender Lichtstrahlung tritt die Abweichung vom Kosinusgesetz der Zellen als Fehlerquelle auf, die folgende Ursachen hat: Geringere Lichtabsorption auf der lichtempfindlichen Schicht bei schrägem Lichteinfall, Reflexion des Lichts an der die Zelle abschließenden Schutzschicht (z. B. Glas), Abschattung des Lichts durch den Zellenrand. Abhilfe durch: Aufkitten des Glases (Kanadabalsam) auf die Zelle, Verwendung diffuser Glasabdeckung, besondere Formgebung der Zellenoberfläche, Einbau von Blenden, Verwendung einer kleinen Ulbrichtschen Kugel als Auffangschirm. Bezüglich der sonstigen Fehlerquellen wird auf Einfluß der Temperatur, Feuchtigkeit, Abweichung von der Proportionalität und Ermüdungserscheinungen hingewiesen. Für die Hersteller und Benutzer der Geräte werden folgende Empfehlungen gegeben: 1. Die Eichung soll mit einer Glühlampe von 2700° K Farbtemperatur erfolgen. 2. Die Umrechnungsfaktoren für die verschiedenen Lichtquellenarten sind für jedes Instrument anzugeben. 3. Bei schrägem Lichteinfall von einer einzelnen Lichtquelle ist die Zelle normal zur Einfallsrichtung zu neigen und mit dem Kosinus des Neigungswinkels umzurechnen. 4. Die Hersteller sollen achten auf: Herabsetzung des Kosinusfehlers und der Ermüdungserscheinungen sowie auf Schaffung guter Kontaktsicherheit zwischen der aufgestäubten Elektrode und dem äußeren Stromkreis. Für die rasche Nachkontrolle der Zelleneichung wird eine kleine tragbare Prüfeinrichtung zum Aufsetzen auf die Zelle, bestehend aus innen geschwärztem Tubus mit Glühlampe und elektrischem Kontrollinstrument angegeben. [Trans. Illum. Engng. Soc. 32 (1937) S. 379; 40 S., 18 Abb.] *Frh.*

Elektrisches Prüfamt 24. — Die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfamtes 24 in Dresden ist wie folgt erweitert[1]):

Für Wechsel- und Drehstromprüfungen bis 1500 A, 40000 V.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 449[2]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 172 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 172, die Formen EFk 2, EFk 2 R, EFk 2 t und EFk 2 tR, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Heliowatt Werke Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in **Berlin-Charlottenburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 21. Juli 1937.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Stark."

Beschreibung[3]):

Die Wechselstromzähler der Formen EFk 1 und EFk 1 R (Bekanntmachung Nr. 370[4]) vom 12. Januar 1935, und der Formen EFk 1 t und EFk 1 tR (Bekanntmachung Nr. 416[5]) des Systems 172 werden auch mit geänderten Strom- und Spannungswickeldaten und verringerter Drehzahl unter den Formzeichen EFk 2, EFk 2 R, EFk 2 t und EFk 2 tR hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennstromstärken von 5 und 10 A, für Nennspannungen bis 220 V und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden.

Lichttechnik.

628. 93 **Gleichförmige Beleuchtung durch Lichtquellen geeigneter Lichtverteilung.** — H. R. S. McWhirter hat die günstigsten Formen von Lichtverteilungskurven für Leuchten berechnet, die in symmetrischer Anordnung in einer

[1]) H. Schering u. W. Raske ETZ 56 (1935) S. 751.

[1]) Reichsministerialblatt 1937, S. 448. Bekanntmachung Nr. 448 der PTR.
[2]) Reichsministerialblatt 1937, S. 481.
[3]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 449 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[4]) ETZ 56 (1935) S. 485.
[5]) ETZ 57 (1936) S. 1324.

Digitized by Google

Beleuchtungsanlage den Bestwert der Gleichmäßigkeit für die Verteilung der Horizontalbeleuchtung ergeben. In einer früheren Arbeit war gezeigt worden, daß der Winkel μ (zwischen Vertikale durch die Lampe und Lichtrichtung auf den beleuchteten Punkt), bei dem in einem gewissen Abstand von der Leuchte der Höchstwert der Horizontalbeleuchtung auftritt, zur Berechnung der Verhältniszahl n = Lampenabstand/Aufhängehöhe verwandt werden kann. Für die Mitte eines quadratischen Feldes z. B., über dessen Eckpunkten vier Leuchten aufgehängt sind, wird die Horizontalbeleuchtung ein Höchstwert, wenn die Seitenlänge des Quadrats das $\sqrt{2}\,\mathrm{tg}\,\mu$-fache der Aufhängehöhe beträgt. Polarkurven der Lichtverteilung, die dieser Beziehung entsprechend auch in großen Beleuchtungsanlagen eine möglichst gleichförmige Beleuchtungsverteilung ergeben („optimale Polarkurven"), werden zeichnerisch abgeleitet. Zur Kennzeichnung der Kurven dient neben dem Winkel μ der Abschattungswinkel α, d. h. der Winkelbereich unterhalb der Horizontalen, innerhalb dessen kein Licht ausgestrahlt wird. Diese Kennzahlen haben für verschiedene Größen von n folgende Werte:

n	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
μ	19° 28′	35° 16′	46° 41′	54° 44′	60° 30′	64° 46′
α	54° 44′	35° 16′	25° 14′	19° 28′	15° 48′	13° 16′.

Bei allen diesen Kurven werden 65,4% innerhalb und 34,6% außerhalb von μ ausgestrahlt. Die Beziehung $n = \sqrt{2}\,\mathrm{tg}\,\mu$ stellt eine Grenzbedingung dar; die Gleichmäßigkeit wird erst schlechter, wenn $n > \sqrt{2}\,\mathrm{tg}\,\mu$ wird. Für $n/\sqrt{2}\,\mathrm{tg}\,\mu = 1{,}34$ beträgt die Gleichmäßigkeit 70, bei einem Wert von 1,46 dagegen 50%. Diese Werte sind bei hohen Beleuchtungsstärken noch ohne weiteres zulässig. Beim Vergleich praktischer und optimaler Polarkurven zeigt sich, daß das Verhältnis $I_0/I_\mu \cos^3 \mu$ bei optimalen Kurven etwa 2,5, bei praktischen Kurven dagegen 4 bis 6 beträgt. (I_0 bedeutet hierbei Lichtstärke senkrecht nach unten, I_μ Lichtstärke unter dem Winkel μ gegen die Vertikale.) Der Verfasser schlägt diese Kennzahl für die Bewertung der Gleichmäßigkeit vor. Der Abschattungswinkel α ist bei optimalen Kurven größer als sonst, was sich für die Verhütung der Blendung günstig auswirkt. Es wird jedoch betont, daß die Gleichmäßigkeit der Horizontalbeleuchtung allein natürlich noch kein Kriterium für die Güte einer Beleuchtungsanlage ist und von Fall zu Fall anderen Gesichtspunkten gegenüber zurücktreten muß. [H. R. S. Mc Whirter, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 636; 7½ S., 12 Abb.] *Frh.*

621. 327. 3 : 531. 776 **Quecksilberdampflampe für stroboskopische Messungen.** — Lichtquellen für stroboskopische Beobachtungen sollen möglichst lichtstarke und kurzdauernde Lichtblitze liefern, um scharfe und helle Bilder des bewegten Merkzeichens zu erhalten. Daher entwickelte eine englische Firma ein besonderes Entladungsrohr mit einer Quecksilberdampffüllung niederen Druckes. Die indirekt geheizte Kathode benötigt eine Heizleistung von 50 W. Die Anodenspannung ist 100 bis 260 V und der Effektivwert des Stromes etwa 1 A. Das Entladungsrohr enthält vier miteinander über hohe Widerstände verbundene und gleichmäßig über die Rohrlänge verteilte Zündelektroden, durch welche die Entladung gesteuert und mit dem zu untersuchenden Vorgang synchronisiert werden kann. Das Quecksilberdampfrohr kann im Höchstfalle mit 500 Zündungen in der Sekunde betrieben werden. Die Dauer eines Lichtblitzes beträgt etwa 10 µs. [Electrician 118 (1937) S. 494; 1½ S., 7 Abb.] *Rsk.*

Elektrowärme.

621. 365. 22 : 669. 14 **Über den Einfluß der Lichtbogenspannung auf den Betrieb des Elektrostahlofens.** — Den Anlaß zur Untersuchung, zu dem ein 8 t-Heroult-Ofen verwendet wurde, gab der ungewöhnlich ungleichmäßige Verschleiß des Ofengewölbes. Die Niederspannungszuleitungen vom Umspanner zu den Elektroden waren sehr lang (Elektrode *1* 26,6 m, Elektrode *2* 21 m, Elektrode *3* 18,2 m). Durch den großen und ungleichmäßigen Spannungsabfall waren die Lichtbögen kurz, und beim Frischen der Schmelze tauchten die Elektroden in die Schlacke. Der umschaltbare Umspanner (Dreieck-Stern und Stern-Stern) lieferte 175 bzw. 101 V Phasenspannung. Die Elektroden regelten sich selbsttätig stufenlos auf gleiche Stromstärke, 2000 bis 7000 A. Die Elektrodenspannung gegen Erde bei verschiedener Klemmenspannung und verschiedener Stromstärke ergibt sich aus den gestrichelten Kurven der Abb. 4. Messungen an den Niederspannungsschienen und die errechneten Scheinwiderstände zeigten, daß durch gegenseitige Induktion der Scheinwiderstand des Leiters *2* kleiner wurde und der des Leiters *3* um die gleiche Größe wuchs. Dies ist der Grund dafür, daß Elektrode *2* die höchste und Elektrode *3* die niedrigste Spannung hat. Die hohe Spannung der Elektrode *2* bewirkt, daß das Gewölbe in deren Nähe besonders stark angegriffen wird. Um diese Nachteile zu beseitigen, wurde die Niederspannungsleitung durch Aufstellen des Umformers in nächster Nähe des Ofens verkürzt. Die Zuleitungen hatten nun folgende Längen: Elektrode *1* 5,6 m, Elektrode *2* 5,2 m, Elektrode *3* 5 m. Im Schaubild stellen die

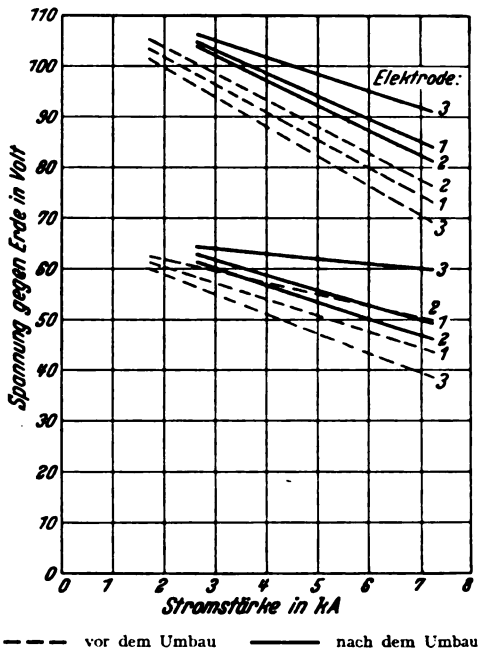


Abb. 4. Elektrodenspannungen.

ausgezogenen Kurven die Elektrodenspannungen nach dem Umbau in Abhängigkeit von der Stromstärke dar. Als Vorteil ergab sich: Heraufsetzen der niedrigsten Elektrodenspannung um 10 V; Verbesserung des Leistungsfaktors von 0,84 auf 0,876. Beim Frischen tauchen die Elektroden nicht mehr ins Bad, und das Gewölbe brennt nun gleichmäßig ab. Der Elektrodenabbrand betrug (berücksichtigt sind nur Wochen, in denen durchgeschmolzen wurde):

Elektrode	Elektrodenverbrauch vor dem Umbau kg/1000 kWh	Elektrodenverbrauch nach dem Umbau kg/1000 kWh
1	2,4	2,23
2	2,1	2,30
3	2,7	2,17
Summe:	7,2	6,70

Abschließend folgen Betrachtungen über den Einfluß der Arbeitsweise auf den Elektrodenverbrauch. [F. K. Buchholz, A. Ziegler u. E. Voos, Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 681; 2½ S., 5 Abb.] *Kps.*

621. 365. 24 **Der Lichtbogen-Strahlungsofen Mazières.** — Während die trommelartigen Strahlungsöfen mit einer waagerechten durch die Ofenmitte ganz hindurchgehenden Elektrode ausgerüstet sind, hat der Mazières-Ofen 2 Elektroden der Art, daß von jeder Stirnseite aus je 1 Elektrode durch die Mitte des Ofens waagerecht eingeführt wird. Während der Beschickung des Ofens werden die beiden Elektroden zurückgezogen, für den Betrieb werden sie wieder nach innen geleitet, so daß sie sich einander nähern, ohne sich jedoch zu berühren. Ein Stahlwerk arbeitet mit einem solchen Ofen von 150 kg Inhalt zur Herstellung von Stahlguß durch Umschmelzen von Schrott. Metallurgische Vorgänge werden dabei nicht vollzogen, vielmehr wirkt der Ofen nach der Art eines Tiegelofens. Man geht dabei von an Phosphor und Schwefel genügend reinen Rohstoffen aus und führt täglich 5 bis 7 Schmelzungen durch. Der durchschnittliche Kraftverbrauch ist 650 kWh t, der Elektrodenabbrand 5 kg je 1000 kWh, der Kühlwasserverbrauch für die Elektroden 200 l/h; das Schmelzen einschließlich Beschicken dauert bei der ersten Schmelzung 1¼ h, bei den

Digitized by Google

folgenden Schmelzungen 50 min. Der Metallverlust durch Abbrand ist nur unwesentlich. Das feuerfeste Ofenfutter hält 260 Schmelzungen von Stahl aus. Der Ofen eignet sich außerdem zum Schmelzen von Gußeisen, Nickel und Bronze. Nach den bisherigen Ergebnissen ist sein Betrieb in der Stahlgießerei einfach und wirtschaftlich. [P. Gourdon, J. Four électr. 46 (1937) S. 233; 2 S., 3 Abb.] *Kp.*

Verkehrstechnik.

621. 327. 44 : 628. 971 **Die Anwendung des Natriumlichtes für Landstraßenbeleuchtung.** — Nachdem in einer früheren Veröffentlichung Aufbau und Wirkungsweise der in den V. S. Amerika entwickelten Natriumdampflampen beschrieben wurde[1]), gibt der Verfasser jetzt Winke für die Anwendung der Lampen für die in Amerika in voller Entwicklung befindliche Beleuchtung der Landstraßen. Im Gegensatz zu der Beleuchtung von Kreuzungsstellen, Plätzen mit Kreisverkehr usw., wo die Beleuchtung in jedem Einzelfall genau projektiert werden muß, werden für Landstraßenbeleuchtung allgemeine Richtlinien gegeben. Diese Richtlinien für die Anwendung von Na-Lampen liegen im Rahmen der augenblicklich gültigen allgemeinen Empfehlungen der amerikanischen Illuminating Engineering Society für Landstraßenbeleuchtung. Je nach der Breite der Straße schwankt die empfohlene Beleuchtungsstärke von 3,7 bis 5,7 lx. Die Lampenabstände betragen 65 bis 80 m, die Aufhängehöhe[2]) 6,5 bis 8 m. Es werden Spiegelleuchten mit stark breitstrahlender Lichtverteilungskurve empfohlen. Die Schaltung ist entweder Parallelschaltung, wobei für eine Natriumdampflampe mit 11 000 Hlm eine Leistungsaufnahme von 255 W einschließlich der Zusatzgeräte gegeben ist (Lichtausbeute 43 Hlm/W) oder Reihenschaltung mit 195 bzw. 225 W Verbrauch für dieselbe Lampe je nach Ausführung der Reihenschaltung. Die Verluste in den Zusatzgeräten sind also bei Reihenschaltung erheblich geringer als bei Parallelschaltung. Die Reihenschaltung wird mit Hilfe der für Glühlampenanlagen bereits durchgebildeten Schaltmittel, wie Konstantstromtransformatoren und Isoliertransformatoren für jede Lampe durchgeführt. [G. A. Eddy, Electr. Wld., N. Y., 107 (1937) S. 1394; 2½ S., 3 Abb.] *Lgf.*

Bergbau und Hütte.

621. 34 : 621. 94 **Die Leistungsabstufungen der Ilgner-Gruppen und der äquivalenten Synchron-Gruppen zum Antrieb von Reversierstraßen.** — Im Anschluß an einen Aufsatz in „Stahl und Eisen[3])", in welchem zum Antrieb von Reversierstraßen anstatt der Ilgner-Gruppe die Synchron-Gruppe vorgeschlagen und ihre charakteristischen Eigenschaften besprochen wurden, geht F. Punga in dem vorliegenden Aufsatz näher auf die bei Reversierstraßen auftretenden Schwankungen des Leistungsbedarfes und auf ihren Einfluß auf die Bemessung der Ilgner- bzw. der Synchron-Gruppe ein. Die vorliegenden Verhältnisse sind wesentlich verschieden von denen bei irgendeinem anderen Antrieb. Man muß unterscheiden zwischen mittlerer und effektiver Spannung, zwischen mittleren, effektiven und maximalen Werten von Strom und Leistung der Steuermaschine. Ebenso muß die für die Schwungräder erforderliche Nutzenergie für normales Walzen und für abnormal kalte Blöcke untersucht werden. Daran anschließend muß festgestellt werden, unter welchen Bedingungen die Gruppe abgeschaltet werden darf, insbesondere ist zu unterscheiden zwischen Abschaltstrom und Abschaltleistung. Unter Berücksichtigung dieser Mannigfaltigkeit der charakteristischen Daten kann dann die Berechnung der Ilgner- und der Synchron-Gruppe erfolgen. Außer der Ilgner- und der Synchron-Gruppe hat auch eine Zwischenlösung Anspruch auf praktische Verwirklichung, die F. Punga als „Halb-Ilgner-Gruppe" bezeichnet, bei welcher die Nutzenergie des Schwungrades wesentlich verringert, dafür aber verhältnismäßig große Schwankungen der Netzleistung zugelassen werden. Zum Schluß wird noch der jährliche Wirkungsgrad der Ilgner- und der Synchron-Gruppe behandelt und Aufklärung gegeben, aus welchem Grunde der Jahreswirkungsgrad der Ilgner-Gruppe schlecht sein muß. In einer Tafel werden dann Ilgner-, Halb-Ilgner- und Synchron-Gruppe in bezug auf Wirkungsgrad, $\cos\varphi$, Netzleistungsschwankung, Gesamtgewicht usw. verglichen. [F. Punga, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 269; 6 S., 2 Abb.] *Mde.*

[1]) ETZ 57 (1936) S. 394.
[2]) Das Verhältnis zwischen Aufhängehöhe und Lampenabstand bewegt sich zwischen 1 : 8 und 1 : 10 für höhere und geringere Beleuchtungsansprüche.
[3]) F. Punga, Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1377.

Fernmeldetechnik.

534. 862. 3 **Entstehung und Beseitigung des Donnereffekts bei Zackentonfilmen.** — Der Donnereffekt einer Tonaufnahme äußert sich bei der Wiedergabe zunächst in einem starken Anstoßen der Zischlaute, kann aber so stark werden, daß diese ganz verschwinden und nur ein Störgeräusch übrigbleibt. Die Ursache der Störung liegt nach A. Narath im photographischen Teil der Tonaufnahme. Er entsteht durch den Diffusions- und den Reflexionslichthof. Beide bewirken, daß helle Teile der Tonspur zuschleiern und sich damit die Mittellinie einer Sinusaufzeichnung nach Werten kleinerer Transparenz hin verschiebt. Der Donnereffekt stellt also einen photographisch bedingten Gleichrichtereffekt dar. Die starke Frequenzabhängigkeit ist ohne weiteres verständlich. Da bei der Zackenschrift die Lichtintensität konstant ist, weisen die Tonspuren eine konstante absolute Verbreiterung auf. Mit steigender Frequenz nimmt die Größe der belichteten Flächenelemente, aber auch die Größe der Zwischenräume zwischen diesen ab. Die Zuschleierung der hellen Stellen nimmt also relativ zu. Der Donnereffekt nimmt ferner mit der Aussteuerung zu und hängt von der Art der Emulsion, der Schwärzung und der Entwicklung ab. Da der Donnereffekt auf der Zustrahlung der schmalen Täler einer Frequenzaufzeichnung beruht, wird er kleiner bei der Verwendung einer Vielzackenschrift, bei der die Amplituden der Einzeltonspuren kleiner und die Täler daher weniger steil werden. Der im Negativ auftretende Donnereffekt läßt sich im Kopierprozeß beseitigen. Beim Kopieren werden ja die schmaler gewordenen hellen Teile des Negativs durch den Diffusions- und Reflexionslichthof wieder verbreitert. Bei geeigneter Führung des Kopierprozesses kann man diese Verbreiterung so einrichten, daß die Linien wieder ihre ursprüngliche Ausdehnung besitzen. Für den Zusammenhang zwischen Breite d und Exposition E gilt das Durchmessergesetz $d = a + b \log E$, wo a und b Konstanten bedeuten. Wenn sich die Indizes A und W auf den Aufnahme- bzw. Wiedergabefilm beziehen, heißt also die Bedingung $b_A \log E_A = b_W \log E_W$. Bezeichnet S die Schwärzung und γ die Steilheit der geradlinig angenommenen Schwärzungskurve, so ist $S = \gamma \log E$. Also ergibt sich für den Ausgleich die vom Verfasser als Quellbedingung bezeichnete Gleichung:

$$\frac{b_A}{b_W}\,\frac{S_A}{S_W}\,\frac{\gamma_W}{\gamma_A} = 1.$$

Bei Konstanthaltung des Schwärzungs- und des γ-Faktors muß also eine Emulsion, die starken Diffusionseffekt zeigt, bei der Kopie durch eine ebensolche ausgeglichen werden. Bei verschiedenen Filmen sind Schwärzungs- und γ-Faktor entsprechend zu wählen. Die Messungen des Verfassers bestätigen die Bedingung und geben die Richtlinien für die Durchführung des Negativ- und Positiv-Prozesses in der Praxis. Sie führen zur Aufstellung eines Doppeldiagramms, das eine Beurteilung der zulässigen Abweichungen für Aufnahme und Kopie ermöglicht. [A. Narath, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 121; 16 S., 15 Abb.] *Br.*

621. 396. 8. 029. 6 **Der Fernempfang ultrakurzer elektromagnetischer Wellen.** — Die untere Grenzwelle im Kurzwellen-Überseeverkehr hat 1936 bereits den Wert von 10 m unterschritten. Nach E. Fendler liegt die Ursache in der stärkeren Ionisation der höheren Schichten der Erdatmosphäre, die durch die im Verlauf der elfjährigen Periode ansteigende Sonnentätigkeit hervorgerufen ist. Ein Vergleich mit den wenigen Erfahrungen im letzten Maximum (1927/1928) und im letzten Minimum (1933/1934) zeigt, daß das Verhalten der 5 m-Welle im Maximum den Bedingungen auf 10 m im Minimum etwa gleichzusetzen ist. Man kann also in den nächsten Jahren erwarten, daß eine Überbrückung von Entfernungen von etwa 400 bis 2000 km mit Wellenlängen von 9 bis 5 m gelingt. Dies ist an Tagen im Sommer zu erwarten, wenn die untere Grenzwelle im Tages-Überseeverkehr, die normalerweise eine große tote Zone (2000 bis 3000 km) besitzt, außerhalb und innerhalb dieser Zone eine hervorragende Hörbarkeit aufweist. [E. Fendler, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 119; 2 S., 1 Abb.] *ue.*

621. 395. 43 (42) **Mehrfachfernsprechen in England.** — Mit dem 12-Kanal-System sind seit 1936 mehrere Linien hergestellt worden. In der Planung der Netzgestaltung des Landes stehen ebenfalls die 12-Kanal-Systeme für Verbindungen auf weite Entfernungen an der Spitze. Die jährliche Steigerung des Fernsprechverkehrs um 25% würde bei einem Ausbau nach dem alten System unmöglich sein. Die Vor- und Nachteile

Digitized by Google

der Doppelader im Vergleich zum Sternvierer werden gestreift. Wegen der besseren Raumausnutzung wird der Sternvierer die Zukunft haben. Es wird dann möglich sein, 24 bis 40 lb[1])-Paare in jedem der beiden Kabel unterzubringen. Die schnelle Entwicklung in einem Kabelnetz mit 12-Kanal-Systemen macht es notwendig, den technischen Einrichtungen der Ämter, besonders an wichtigen Knotenpunkten, ein gewisses Maß von Beweglichkeit zu geben. — Das Hochfrequenz-(koaxial)-System für London—Birmingham gestattet die Fernsehübertragung (1,6 MHz) und die Ausnutzung des breiten Frequenzbandes für das Mehrfach-Fernsprechen (Trägerstrombetrieb). Die Unwirksamkeit der Abschirmung bei koaxialen Leitungen (Breitbandleitungen) für die unteren Frequenzen macht die Modelung derselben im koaxialen System notwendig. Die besonderen Eigenschaften des negativen Rückkopplungsverstärkers, der vorwiegend im Mehrfachfernsprechbetrieb benutzt wird, machen diesen auch in einem koaxialen System für die Übertragung der Fernsehzeichen geeignet. Die gleichen Frequenzreihen können für Fernsehen und Fernsprechen bei diesem Verstärker gewählt werden.

Für die Verstärker wird ein Höchstabstand von 12,6 km zugelassen. Von den vier koaxialen Paaren des Kabels werden zwei für die Übertragung des Fernsehens und zwei für die des Fernsprechens vorgesehen.

Eine Querschnittszeichnung des Kabels London—Birmingham zeigt vier koaxiale Paare, deren Leitungsdämpfung 6,4 db bei 2,1 MHz ist. Der Innenleiter (reines Kupfer) hat 3,18 mm Dmr. Der Außenleiter besteht aus 12 z-förmigen Kupferbändern mit einer Wandstärke von 0,762 mm. Zwischen Innen- und Außenleiter befinden sich zwei Baumwollfäden besonderer Art. Über den Außenleiter sind zwei dünne Messingbänder und über diese unmittelbar ein dünner Bleimantel aufgebracht. Die Mitte des Kabels und die Lücken zwischen den 4 koaxialen Paaren sind durch vierzehn 25 lb-Sternvierer und vier 40 lb geschirmte Paare ausgefüllt. Der Verstärkerabstand liegt zwischen 9,6 bis 12,7 km. Die Gesamtlänge beträgt 201 km. Schaulinien über den frequenzabhängigen Verlauf der Leitungsdämpfung und des Übersprechens für ein Verstärkerfeld geben weiteren Aufschluß. Die Verlängerung der Linie nach Manchester ist geplant. Der Ausbau der Sprechverbindungen zwischen London und Manchester und mit Städten darüber hinaus sieht Bündel von je 40 bis 50 Kanälen vor. Das koaxiale System ist für Bündel von Fernsprechverbindungen über weite Entfernungen geeignet, aber weniger beweglich, so daß das 12-Kanal-System mit seinen kleineren Bündeln von 12 Verbindungen oft besser ist. In Linien, auf denen Fernsehübertragungen eingerichtet werden sollen, werden besondere koaxiale Paare für das Mehrfachfernsprechen vorgesehen werden. Das 12-Kanal-System hat den Vorteil, mehr den wirtschaftlichen Bedingungen zu entsprechen. [Electrician 118 (1937) S. 543; 3 S., 3 Abb.]

Nch.

Theoretische Elektrotechnik.

621. 318. 42. 001. 1 **Der Entwurf von Gegeninduktivitäten vorgeschriebener Eigenschaften.** — Der Entwurf von Gegeninduktivitäten (GI.) vorgeschriebener Eigenschaften, etwa eines Lufttransformators für Meßzwecke oder der magnetischen Abschirmung einer eisenlosen Drossel durch eine koaxial angeordnete Kurzschlußspule, kann im allgemeinen nur durch Probieren, d. h. durch Nachrechnen und Verbessern einer nach Gefühl oder Erfahrung angenommenen Spulenanordnung erfolgen. Mangels eines Entwurfsverfahrens, das die außer der GI. vorgeschriebenen Spuleneigenschaften berücksichtigt, machte die Wahl einer passenden Anordnung bisher große Schwierigkeiten. Der zur Nachrechnung einer Anordnung allein hinsichtlich ihrer GI. notwendige Zeitaufwand war beträchtlich. Er vervielfachte sich, wenn bei probierendem Ändern der Rechnungsgang öfter wiederholt werden mußte.

Es ist vorteilhaft, zum Entwurf koaxialer Kreisspulenanordnungen die bekannte Beziehung:

$$M = \varkappa \sqrt{L_1 L_2}$$

zu benutzen, indem man zu angenommenem Kopplungsfaktor $\varkappa$ die Einzelspulen *1* und *2* so entwirft, daß ihre Selbstinduktivitäten L_1 und L_2 mit $\varkappa$ zusammen die geforderte GI. M ergeben. Die Spulen lassen sich sehr rasch entwerfen mittels von Schering angegebener Fluchtentafeln[2]), die Selbstinduktion, Widerstand, Kupfergewicht und Kennradius der Spulen abhängig von Länge und Durchmesser des verwandten Drahtes ablesen lassen. Der Einfluß der Spulenform wird dabei durch einen Formfaktor berücksichtigt, der im allgemeinen von fester Größenordnung (etwa zwischen 0,4 und 1) ist. Auch dieser Formfaktor ist einer von Schering angegebenen Fluchtentafel zu entnehmen. Alle belangvollen Spuleneigenschaften sind so in die Entwurfsrechnung unmittelbar eingeführt.

Nach Wahl der Einzelspulen ist ihre Anordnung festzulegen und deren Kopplungsfaktor nachzurechnen. Dazu sind gemäß der gültigen Beziehung:

$$\varkappa = \frac{\mu}{\sqrt{\lambda_1 \lambda_2 a_2/a_1}}$$

die Einheits-GI. μ (d. i. die auf dem mittleren Radius der größeren Spule $a_1 = 1$ sowie die Windungszahlen $n_1 = n_2 = 1$ reduzierte GI.) sowie die Einheits-SI. λ_1 und λ_2 (d. s. die auf die mittleren Radien der beiden Spulen a_1 bzw. $a_2 = 1$ und die Windungszahlen n_1 bzw. $n_2 = 1$ reduzierten Selbstinduktivitäten) zu ermitteln. Auf Vorschlag von Schering wurden Fluchtentafeln entworfen, die diese Rechnungen wesentlich erleichtern. Die Einheits-GI. koaxialer Kreisspulen muß in Praxis meist angenähert unter ersatzweiser Einführung von Kreisen oder ähnlich einfachen geometrischen Gebilden gefunden werden. Dabei ist der Grad der erreichten Näherung von der Zahl und Art der je Spule eingeführten Ersatzgebilde abhängig; er war aber bisher nicht von vornherein zu übersehen. Deshalb wurden Untersuchungen über die Güte verschiedener Näherungen an einfachen Spulenanordnungen vorgenommen, deren Ergebnisse die Näherungsgüte bei verwickelteren Anordnungen mindestens schätzen lassen. [H. H. Wicht, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 11, S. 701; 31 S., 26 Abb., 14 Nomogr.]

537. 523. 3 : 621. 3. 024 **Theoretische Untersuchung der Gleichspannungs-Korona im konaxialen Zylinderfeld.** — Unter Anlehnung an eine Darstellung von Schwaiger wird gezeigt, welche Erscheinungen mit dem Durchschlagvorgang an gekrümmten Elektroden verknüpft sind und durch welche wesentlichen Eigenschaften die um einen Leiter sich ausbildende Glimmhülle gekennzeichnet ist. Ausgehend von der Grundgleichung des raumladungsbeschwerten Feldes wird dann eine theoretische Beziehung für die Gleichspannungsverluste in Luft abgeleitet, die mit der experimentell gewonnenen Formel des Verfassers[1]) verglichen wird. Die Betrachtungen beschränken sich ausschließlich auf das Feld zweier konaxialer Zylinder, das sich wegen seiner Rotationssymmetrie auf eine verhältnismäßig einfache mathematische Form zurückführen läßt.

Bezeichnet man die Verluste je Meter Zylinderlänge mit N und die Anfangsspannung der Zylinderanordnung mit U_d, dann sind die bei der Spannung U auftretenden positiven und negativen Koronaverluste in Luft von der Dichte δ durch die Gleichung gegeben:

$$N = \alpha \frac{103}{\delta a^2} U^2 (U - U_d) \cdot 10^{-3} \text{ in W/m},$$

wobei die Größe α den sogenannten Polaritätsfaktor darstellt, der physikalisch als Verhältnis der beiden Trägerbeweglichkeiten gedeutet werden kann. Diese Beziehung gilt für jede beliebige konaxiale Zylinderanordnung und besagt im wesentlichen, daß die Verluste dem Spannungsausdruck $U^2 (U - U_d)$ direkt, der Luftdichte δ und dem Quadrat des Elektrodenabstandes a dagegen umgekehrt proportional sind. Werden die Spannungen in kV und der Elektrodenabstand in cm eingesetzt, dann ergeben sich die Verluste in W/m, da die Faktoren α und δ dimensionslose Größen darstellen. Anschließend daran folgt eine eingehende Besprechung der im Schrifttum bisher bekanntgewordenen empirischen und theoretischen Ansätze der Gleichspannungs-Korona im konaxialen Zylinderfeld. [H. Prinz, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 11, S. 756; 11 S., 7 Abb.]

537. 521. 7 **Raumladungs- oder Ionendurchschlag?** — Bekanntlich ist für den Ablauf des Durchschlagvorganges die ionisierende Mitwirkung positiver Ionen erforderlich (Ionendurchschlag). Da die Raumladung ionisierungsverstärkend zu wirken vermag, kann man die instabile Stromsteigerung beim Durchschlag auch auf die Raumladung allein ohne die Mithilfe positiver Ionen zurückführen. Der so gekennzeichnete Raumladungsdurchschlag rückt namentlich bei größeren Schlagweiten und Drücken in den Bereich des Möglichen.

In einer rechnerischen Betrachtung werden nun die Eigenschaften des Raumladedurchschlages hergeleitet. Aus ihrem Widerspruch zu dem theoretisch und experimentell bekannten Ablauf des Ionendurchschlages folgt dann, daß der Raumladedurchschlag in dem angegebenen Bereich meist nicht eintritt, sondern positive Ionisierung den Durchschlagsbeginn hervorruft. Zunächst wird die zur Einleitung einer Raumlade-

[1]) lb = Gewicht des Leiters in Pfund je Meile.

[2]) H. Schering, Z. f. Instrumentenkde. 43 (1923) S. 82.; die Tafeln sind in der referierten Arbeit wiedergegeben.

[1]) H. Prinz, Die Gleichspannungskorona, Diss. T. H. München 1935.

Digitized by Google

instabilität notwendig an der Kathode auszulösende Mindestfremdstromdichte berechnet. Ihre Größe zeigt, daß der Raumladedurchschlag oberhalb der Wendepunktfeldstärke völlig und in freier Luft noch bei Schlagweiten kleiner als 1 cm auszuschließen ist. Die rechnerische Ermittlung der Zündspannungsabsenkung durch Fremdionisierung verlangt für den reinen Raumladedurchschlag eine Durchschlagsenkung proportional dem Logarithmus der Fremdstromdichte. Unter Voraussetzung des Ionendurchschlages wurde von der Theorie eine Abhängigkeit von der Wurzel aus dem Fremdstrom vorausgesagt und experimentell weitgehend bestätigt. Der Zündstrom muß beim Raumladedurchschlag rechnungsmäßig unabhängig von der Größe der Fremdionisierung sein, experimentell jedoch wurde eine Wurzelabhängigkeit beobachtet, die von der Theorie unter Annahme des Ionendurchschlages bereits hergeleitet war.

Nachdem so gezeigt ist, daß der Raumladedurchschlag für die Durchschlagsauslösung in den meisten Fällen auszuscheiden ist, werden anschließend frühere Ausführungen der Verfasser über die Zündspannungsabsenkung unter Hinweis auf die weitgehende experimentelle Bestätigung ergänzt: Die Durchschlagsenkung muß bei starker Fremdionisierung beim Raumlade- und Ionendurchschlag beidemale logarithmisch verlaufen. Beim Ionendurchschlag wird sie umgekehrt proportional dem Gasdruck sein. [W. Rogowski und A. Wallraff, Z. Phys. 106 (1937) S. 212; 18 S., 5 Abb.] *SB.*

Physik.

537. 122 : 537. 312. 62 **Struktur des Elektrons und Supraleitung.** — J. Stark hat bereits 1907 die Vorstellung von der Ringförmigkeit des Elektrons in Vorschlag gebracht und die Hypothese ausgesprochen, daß in dem Elektron eine zyklische Bewegung elektromagnetischer Energie zentriert ist und daß diese zyklische Bewegung eine kreisförmige Achse und gleichzeitig eine geradlinige Achse hat, welche im Mittelpunkt der kreisförmigen Achse senkrecht auf deren Ebene steht. Er dehnt diese Vorstellung auch auf das freie Leitungselektron aus und erklärt die Supraleitung von Metallen dadurch, daß die einzelnen Leitungselektronen durch die von ihnen ausgehenden magnetischen Kräfte zu ausgedehnten Verbänden zusammengeschlossen werden, wenn die thermischen Störungen klein genug geworden sind. Die axiale Einstellung der Elektronmagnete in einem magnetischen Felde ließe den Supraleiter paramagnetisch erscheinen; sie ist aber verbunden mit der diamagnetischen Induktion von Strömen in den Elektronenringen. Das Wechselspiel von para- und diamagnetischer Induktion läßt sich an Versuchen von J. Stark und K. Steiner erkennen, bei denen das Verhalten eines Leiters beim Abkühlen im Magnetfeld bis zur Supraleitfähigkeit, Ausschalten des Magnetfeldes und darauf folgendem Erwärmen verfolgt wird. Es ergibt sich bei kleinen Feldstärken ein nichtlinearer Teil der magnetischen Induktion, aus dem sich ein Schluß auf paramagnetische Induktion ziehen läßt, während die diamagnetische Induktion bereits von Meißner und Ochsenfeld bei Supraleitern gefunden wurde. [J. Stark, Phys. Z. 38 (1937) S. 269; 9 S., 2 Abb. — J. Stark und K. Steiner, Phys. Z. 38 (1937) S. 277; 7 S., 5 Abb.] *Br.*

537. 312. 62 **Neue Erscheinungen bei der Induktion von Strömen in Supraleitern.** — Bei den Widerstandsmessungen im supraleitenden Zustande, die darauf beruhten, daß das Abklingen eines in einem Supraleiter durch Induktion hervorgerufenen Dauerstroms mit der Zeit verfolgt wurde, beobachteten P. Grassmann und H. Eicke einige neue Erscheinungen. Die Messungen gestalteten sich derart[1]), daß man die Stellung eines supraleitenden Ringes, der in einem konstanten, schwachen Magnetfeld — dem Meßfeld — leicht drehbar aufgehängt war, mit Spiegel und Skala ablesen konnte. In dem Ring wurde dann durch ein Induktionsfeld, dessen Kraftlinien senkrecht zur Ringebene standen, ein Dauerstrom induziert, dessen Höchstwert nur wenig unterhalb des kritischen Stromwertes lag. Nach Abschalten des Induktionsfeldes wurde die Stellung des Ringes in dem Meßfelde wieder beobachtet. Ist durch das Ein- und Abschalten des Induktionsfeldes die Stellung des Ringes nicht verändert worden, so bedeutet dies, daß von dem Supraleiter keine Energie des Dauerstromes verschluckt ist. Eine Drehung des Ringes in dem Meßfeld entspricht also einer Änderung des Dauerstromes während des Versuchs. Bei den Versuchen, die sich auf die Supraleiter Pb, Sn, Ta, Sn-Hg-Legierung mit 3% Hg erstreckten und auf Ringe, die nur eine wenige Mikron starke Pb- oder Sn-Schicht trugen, zeigte sich folgendes: Bei der erstmaligen Induktion wird ein Bruchteil der Energie des Dauerstroms von dem Supraleiter verschluckt. Dieser Betrag ist von der Zeit, die der Dauerstrom in dem Supraleiter floß, unabhängig; er ist also nicht als ohmscher Widerstand zu deuten. Bei Wiederholung des Versuchs mit gleicher Größe und Richtung des Induktionsfeldes tritt im allgemeinen keine weitere Energieaufnahme des Supraleiters auf. Bei Wiederholen mit geänderter Richtung des Induktionsfeldes zeigt sich eine neue, etwa doppelt so große Energieaufnahme. Bei Annäherung an den Schwellenwert des Stromes nimmt diese Energieaufnahme sehr rasch zu. Die Erscheinung läßt sich durch Ausrichten bzw. Umklappen von Elektronenverbänden im Supraleiter deuten. [P. Grassmann u. H. Eicke, Phys. Z. 38 (1937) S. 429; 8 S., 4 Abb.] *Vb.*

[1]) Vgl. ETZ 58 (1937) S. 453.

621. 385. 26. 029. 6 **Die Posthumus-Schwingungen im Magnetron.** — Bei den Magnetronröhren (Magnetfeldröhren, Habannröhren), die heute insbesondere als Schwingungserzeuger im Gebiet sehr kurzer Wellen eine große Bedeutung erlangt haben, treten drei voneinander verschiedene Arten der Schwingungserzeugung auf: erstens die sogenannten Elektronenschwingungen, deren Frequenz durch die Umlaufgeschwindigkeit der Elektronen im Magnetfeld gegeben ist, und die in der Art ihrer Entstehung den Schwingungen bei Bremsfeldröhren ähneln; zweitens die nach ihrem Entdecker benannten Posthumus-Schwingungen, deren Frequenz durch die Fortschreitgeschwindigkeit der Elektronen im Wechselfeld zwischen den Anodensegmenten bestimmt wird; drittens die nach dem Erfinder der geschlitzten Magnetfeldröhren benannten Habann-Schwingungen, die durch die Ausbildung eines statischen negativen Widerstandes in den Schlitzanodenröhren entstehen.

Eine Arbeit aus dem Institut für technische Physik der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich, beschäftigt sich ausführlich mit der Theorie der Posthumus-Schwingungen. Um lösbare Differential-Gleichungen zu erhalten, wird die zylindrische Röhrenanordnung durch eine ebene nachgebildet, bei der einer unendlich großen ebenen Kathode eine Anode gegenübersteht, die durch Schlitzung in eine Reihe von aufeinanderfolgenden Segmenten aufgelöst ist. Zwischen Anode und Kathode bildet sich ein elektrisches Gleichfeld aus, zwischen den Anodensegmenten ein Wechselfeld. Dies Wechselfeld läßt sich auflösen in zwei zeitlich konstante, aber räumlich gegeneinander laufende Wechselfelder. Wie bereits Posthumus gezeigt hat[1]), ist für die Bewegung der Elektronen nur die Wechselfeldkomponente von Einfluß, deren Fortschreitrichtung mit der Bewegungsrichtung der Elektronen übereinstimmt. Wenn diese parallel zur Kathode verlaufende und durch das elektrische Gleichfeld und das Magnetfeld bedingte Bewegung in ihrer Geschwindigkeit gerade mit der Fortschreitgeschwindigkeit der Wechselfeldkomponente übereinstimmt, tritt eine Art Resonanz auf, die das Wesen der Posthumus-Schwingungen darstellt. Bezieht man die Bewegungsgleichungen der Elektronen auf ein System, das ebenfalls mit dieser Geschwindigkeit parallel zur Kathode fortschreitet, so fallen die Einflüsse des elektrischen Gleichfeldes heraus. Korrigiert man ferner für die einzelnen Elektronen die Geschwindigkeit des Koordinatensystems um einen Betrag, der durch die Phasenlage des Elektronenstarts von der Kathode gegenüber der Wechselfeldkomponente bestimmt wird, so entstehen sehr einfach lösbare Differentialgleichungen. Die endgültige Lösung ergibt dann, daß im fortschreitenden Koordinatensystem die Elektronen Kreise beschreiben, die sich nach einem Exponentialgesetz auf die Anode zu oder von der Anode fort bewegen. Die auf die Anode zu laufenden Elektronen sind in einem solchen Augenblick gestartet, daß die mitlaufende Wechselfeldkomponente ihrer Fortschreitbewegung dauernd entgegenwirkt.

Die gefundene Lösung kann folgende, praktisch beobachtete Eigenschaften der Posthumus-Schwingungen erklären:

1. Der Wirkungsgrad kann sehr groß werden (theoretisch bis 100%), wenn die Halbmesser der beschriebenen Kreise sehr klein gegen den Abstand zwischen Kathode und Anode werden; dies ist aber nur bei außerordentlich hohen Magnetfeldern und Anodenspannungen der Fall.

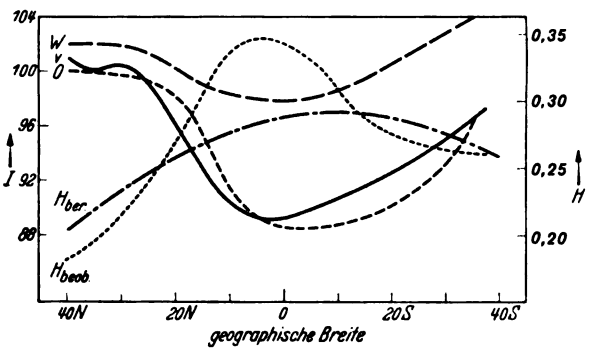
2. Im Gebiet höheren Wirkungsgrades fachen sich die Schwingungen außerordentlich schwer an, da das Fortschreiten der Elektronen auf die Anode erst dann einsetzt, wenn das Wechselfeld bereits vorhanden ist.

3. Eine Modulation der Posthumus-Schwingungen mit den bekannten Hilfsmitteln (Verändern der Anodenspannung, Neigen des Magnetfeldes) ist kaum möglich, da man dabei immer nur die Frequenz, nicht aber die Anzahl der schwingungsfördernden Elektronen und die davon abhängige Schwingungsamplitude verändert. [F. Fischer u. F. Lüdi, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 277; 7 S., 4 Abb.] *Gu.*

[1]) Wireless Engr. 12 (1936) S. 126.

Digitized by Google

537. 59 **Koinzidenzmessungen des Breiteneffektes der Höhenstrahlung.** — Die primäre korpuskulare Höhenstrahlung[1]) wird im Felde unseres Erdmagneten so weitgehend abgelenkt, daß die in Seehöhe beobachteten Einfallsrichtungen der Strahlen ohne weiteres keinen Aufschluß über die Herkunft oder auch nur über die ursprüngliche Richtung der Strahlung geben können. Um nun mit Hilfe der Theorien von Störmer[2]) und Lemaître-Vallarta[3]) irgendwelche Aussagen über die



V Vertikalintensität *W* Intensität aus 45° West
O Intensität aus 45° Ost
$H_{beob.}$ Horizontalkomponente des Erdmagneten in Gauß
$H_{ber.}$ Horizontalkomponente des exzentrischen Dipols nach J. Bartels

Abb. 5. Vergleich der Höhenstrahlenintensität in *I* (in Prozenten des Wertes für magnetische Breiten über + 50° und unter −50°) und der Horizontalintensität des Erdmagneten in Seehöhe in *H*.

ursprüngliche Verteilung der auf unsere Erde außerhalb des Wirkungsbereiches des erdmagnetischen Feldes einfallenden Strahlung machen zu können, muß die Verteilung auf der Erde in Abhängigkeit von der Einfallsrichtung, den Koordinaten des Beobachtungsortes und der Energie bekannt sein. Eine ausschlaggebende Rolle spielt hierbei der Breiteneffekt[4]). Zu seiner Messung wurden bisher fast ausschließlich Ionisationskammern benutzt. Je nach der Art der Vorfilterung der Strahlung erhielten Clay 17% (keine Vorfilterung), Compton 14% (6 cm Bleifilterung) und Millikan und Mitarbeiter 12,5% (12 cm Bleifilterung) Intensitätsabnahme von den Polen zum Äquator hin. Die Ionisationskammermessungen können aber wegen der Richtungsunempfindlichkeit der Apparatur — zur Messung gelangt nur die über alle Richtungen gemittelte Intensität — keinen Aufschluß über etwa ausgezeichnete Richtungen geben. Dies wird erst möglich durch Anwendung koinzidierender Zählrohre, die allein den durch die inneren Tangenten der Rohre begrenzten Strahlenkegel wirksam werden lassen.

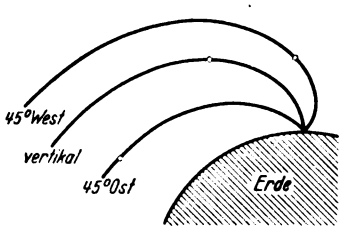


Abb. 6. Teilchenbahnen (positive Ladung; $\gamma = -t$) in der Ebene des erdmagnetischen Äquators.

Mit Hilfe einer selbstaufzeichnenden Dreifachkoinzidenz-Einrichtung für Strahlen aus der Vertikalen sowie aus den beiden Ebenen, die gegen die Meridianebene um 45° nach Ost bzw. West geneigt sind, konnte auf Dampferfahrten zwischen New York (41° N) und Valparaiso (33° S) der Verlauf der Höhenstrahlenintensität gemessen werden. Das Ergebnis sind die in Abb. 5 gegebenen Kurven V, O, W. Die Ausdeutung und Erklärung der Kurven geschieht durch die Annahme, daß die Effekte im wesentlichen durch eine weiche positive Komponente verursacht werden. In Abb. 6 sind die in Betracht kommenden Teilchenbahnen in der Ebene des erdmagnetischen Äquators wiedergegeben. Die Richtungsänderung um die letzten 90° geschieht jeweils von den eingezeichneten Punkten an. Es ist klar ersichtlich, daß für die aus Westen und der Vertikalen einfallende Strahlung wesentlich mehr die magnetischen Verhältnisse in der nächsten Umgebung des Beobachtungsortes maßgebend sind als für die aus Osten einfallende Strahlung. Ein Vergleich der erhaltenen Intensitätskurven mit der tatsächlich am Beobachtungsorte gemessenen, sowie mit der berechneten Horizontalintensität — der Erdmagnet wird dabei als Dipol betrachtet — macht das deutlich. Die Asymmetrie des Breiteneffektes für Strahlen aus Westen und der Vertikalen zum geomagnetischen Äquator und die gegenüber den Messungen der Strahlung aus Osten größere Streuung der Meßpunkte findet hierin ebenfalls ihre Erklärung. [T. H. Johnson and D. N. Read, Phys. Rev. 51 (1937) S. 557: 7½ S., 9 Abb.] *J. Js.*

[1]) ETZ 58 (1937) H. 28, S. 771.
[2]) z. B. C. Störmer, Z. Astrophys. 1 (1930) S. 237.
[3]) G. Lemaître and M. S. Vallarta, Phys. Rev. 43 (1933) S. 87.
[4]) ETZ 58 (1937) H. 2, S. 49.

Werkstatt und Baustoffe.

621. 357. 9 : 669. 72 **Anodische Schutzschicht auf Magnesiumlegierungen.** — Magnesiumlegierungen, die wegen ihres geringen spezifischen Gewichts im Flugzeugbau ausgedehnte Verwendung finden, sind stark der Korrosion durch Salzlösungen ausgesetzt. R. W. Buzzard und J. H. Wilson geben ein Schutzverfahren, das der anodischen Oxydation von Aluminium und Aluminiumlegierungen entspricht. Der Gegenstand wird zunächst elektrolytisch gereinigt, indem er in einem Bad aus Natriumkarbonat (30 g Na_2CO_3/l) und Natriumtriphosphat (30 g $Na_5PO_4 \cdot 12\ H_2O$/l) bei 90° C wenigstens drei Minuten lang zur Kathode gemacht wird. Dann wird er als Anode in ein Bad aus etwa 10% Natriumbichromat ($Na_2Cr_2O_7.2\ H_2O$) und 2 bis 5% primärem Natriumphosphat ($NaH_2PO_4 \cdot H_2O$) getaucht. Die Stromdichte schwankt zwischen 5 bis 10 mA/cm²; sie kann bei Magnesium-Aluminium-Legierungen bis auf 100 mA/cm² gesteigert werden. Die erforderliche Zeit beträgt bei 50° C 30 bis 60 min. Die Wasserstoffionenkonzentration des Bades muß während des Betriebs durch Zusatz von Phosphorsäure aufrechterhalten werden. Der p_H-Wert soll zwischen 4,0 und 4,8 liegen. Außerdem muß, da Magnesiumphosphat ausfällt, die Konzentration von Phosphationen durch Zusatz von Natriumphosphat aufrechterhalten werden, während die Bichromatkonzentration sich nur sehr langsam im Betrieb ändert. Das Verfahren ergibt eine Schicht, die gegen Korrosion sehr widerstandsfähig ist und eine gute Unterlage für Anstriche bildet. Vor anderen Verfahren hat es den Vorzug, daß die Abmessungen des behandelten Stückes nur unmerklich verringert werden; der Gewichtsverlust beträgt 0,1 g/dm². [R. W. Buzzard u. J. H. Wilson, J. Res. Nat. Bur. Stand. 18 (1937) S. 83; 3 S., 1 Abb.] *Wba.*

AUS LETZTER ZEIT.

60 Jahre Fernsprecher im öffentlichen Nachrichtendienst. — Der 12. November ist für den Nachrichtendienst in Deutschland ein Tag von besonderer Bedeutung. Vor 60 Jahren wurde an diesem Tage beim Postamt in Friedrichsberg bei Berlin der Fernsprecher zum erstenmal im öffentlichen Nachrichtendienst dazu benutzt, Telegramme zur nächsten Telegraphenanstalt zu übermitteln. Die praktische Brauchbarkeit des Fernsprechers war schon während des Monats Oktober 1877 in Versuchen erprobt worden, an denen der Generalpostmeister Stephan sich persönlich sehr lebhaft beteiligt und die er anschaulich in seinem kulturhistorisch so wertvollen Bericht an den Reichskanzler Fürst Bismarck vom 9. 11. 1877 dargestellt hat. Wie Stephan in diesem Bericht ausführte, sollten mittels des billigen Fernsprechers, zu dessen Bedienung kein besonders geschultes Personal erforderlich war, möglichst viele kleine Orte, die damals noch nicht an das Telegraphennetz angeschlossen waren, Anschluß an das öffentliche Nachrichtennetz erhalten.

Die Einführung des Fernsprechers beim Postamt in Friedrichsberg bildete den Auftakt zu der großartigen Entwicklung des Fernsprechwesens in Deutschland, die auch heute noch nicht abgeschlossen ist. Am 12. 1. 1881 wurde dann die erste Fernsprechvermittlungsstelle in Berlin, Französische Str. 33 c mit 8 Fernsprechanschlüssen eingerichtet. Gegenwärtig umfaßt das Berliner Ortsfernsprechnetz etwa 310 000 Hauptanschlüsse bei insgesamt 540 000 Sprechstellen, und im Deutschen Reich sind etwa 2 Mill Hauptanschlüsse mit insgesamt 3½ Mill Sprechstellen an das öffentliche Fernsprechnetz angeschlossen. *Smm.*

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Stromrichter"

Leiter: Dr. phil. Dipl.-Ing. J. v. Issendorf VDE

am Donnerstag, dem 11. November 1937, 20^{00} in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Hörsaal HG 241.

Ausspracheabend über das Thema:

„Zwölfphasengleichrichter im Betrieb"

1. Einleitender Kurzvortrag des Herrn Dr.-Ing. E. Schulze VDE, Berlin. Auszug aus seiner gleichlautenden Veröffentlichung in der ETZ 58 (1937) H. 34, S. 921 u. H. 36, S. 979.
2. Aussprache über das behandelte Thema. Für die Aussprache ist eine Gliederung in folgende Teilabschnitte vorgesehen:
   a) Beurteilung der Gleichrichter-Netzrückwirkungen vom starkstromtechnischen Standpunkte aus.
   b) Störbeeinflussung von Fernmeldeanlagen. Entstörungsmaßnahmen. Aufwand für Siebmittel.
   c) Kurzschlußabschaltung.

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Elektrische Bahnen"

Leiter: Professor Dr.-Ing. P. Müller VDE

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. L. Mirow VDE, Berlin, am Dienstag, dem 16. November 1937, um 20^{00} in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Nutzbremsung bei Einphasen-Wechselstrom-Bahnen"

Eintritt und Kleiderablage frei.

Besichtigung

Am Freitag, dem 26. November 1937, findet eine Besichtigung des Dynamowerkes der Siemens-Schuckertwerke A.G. statt.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 10) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 3. 11. 1937 zu ersehen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.
11. 11. 1937 „Neuzeitliche Photozellen und ihre Anwendungen in der Technik" (mit Vorführung praktischer Anwendungsbeispiele), Vortragender: Dipl.-Ing. H. Kramm VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Obering. Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
12. 11. 1937 „Dampfturbinen für größere Kraftwerke", Vortragender: Dipl.-Ing W. Guilhauman VDE.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.
15. 11. 1937 Vortragsfolge: Schäden an elektrischen Maschinen. 2. Abend „Elektrische Schäden", Vortragender: Dipl.-Ing. F. Fuhrmann VDE.

Fernmeldetechnik. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.
16. 11. 1937 Vortragsreihe: Die Werkstoffe der Fernmeldetechnik unter besonderer Würdigung der Austauschstoffe. 2. Abend: „Metalle" (Fortsetzung), Vortragende: Obering. Dipl.-Ing. K. Wagner VDE, Dipl.-Ing. H. Jurczyk VDE, Ingenieur G. Pohler VDE, Dipl.-Ing. P. Mentz VDE.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.
18. 11. 1937 „Über Lichtquellen mit kontinuierlichem ultravioletten Spektrum und ihre Anwendung" (mit Versuchen), Vortragender: Ingenieur G. Jacobi.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.
19. 11. 1937 „Die Auswahl von Drehstrommotoren für Industrieantriebe unter besonderer Berücksichtigung des Kurzschlußläufermotors", Vortragender: Dipl.-Ing. W. Schlotmann VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Niederrhein, Krefeld. 16. 11. (Di), Hotel Europäischer Hof: „Der heutige Stand der Fernsehübertragung". Postass. Dr. Ring.

VDE, Bezirk Oberschlesien, Gleiwitz. 16. 11. (Di), 17^{00}; Besichtigung der technischen Einrichtungen des Flughafens Gleiwitz mit folgenden Vorträgen:
1. „Ausbau des Flughafens Gleiwitz". Dir. Müller.
2. „Luftverkehr". Flugkapitän Schiemann.
3. „Flugsicherung". Inspektor Feja.
4. „Nachtbefeuerung". Obermeister Haubitz.

VDE, Bezirk Südbayern, München. 16. 11. (Di), 20^{00}, T. H.: „Das Akkumulatorenfahrzeug, seine verkehrs- und volkswirtschaftliche Bedeutung" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Rödiger VDE.

VDE, Bezirk Thüringen, Erfurt. 20. 11. (Sa), 20^{00}, Münchener Bürgerbräu: „Die Bedeutung des Elektroofens für den technischen Fortschritt und die Neuordnung der nationalen Wirtschaft". Dr.-Ing. Gränzer.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Zastrow †. — Am 6. 10. 1937 verschied unerwartet auf einer Dienstreise Herr Obering. Alfred Zastrow VDE, Prokurist der Siemens & Halske AG. Mit Zastrow verliert die Elektrotechnik einen ihrer Pioniere in der Erforschung von Starkstrom-Einwirkungen auf Fernmeldeleitungen. Angeregt von Otto Brauns widmete er sich diesem Sondergebiet und konnte in systematischen Untersuchungen die zahlreichen Einwirkungsmöglichkeiten ergründen sowie Mittel und Wege zeigen, wie sich die störenden und zerstörenden Wirkungen bestens vermeiden oder unterdrücken lassen. Seine Erkenntnisse hat er in zahlreichen Veröffentlichungen der Allgemeinheit unterbreitet[1]).

Alfred Zastrow wurde am 2. 5. 1880 in Eberswalde geboren, besuchte dort das Gymnasium und ging als Feinmechaniker in die Lehre. Nach Abschluß der Lehrzeit war Zastrow bei verschiedenen Berliner Firmen tätig, sowie schließlich von 1902 bis 1905 in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Während dieser Zeit erweiterte er sein Wissen noch als Hörer an der T. H. Charlottenburg. Im Jahre 1905 kam er zu Siemens & Halske, wurde 1919 zum Oberingenieur, 1922 zum Bevollmächtigten und 1935 zum Prokuristen ernannt.

Lange Jahre war Herr Zastrow Mitglied des Ausschusses für Schwachstrom im Verband Deutscher Elektrotechniker und seit 1933 sein Leiter.

[1]) Zum Beispiel: ETZ 46 (1925) S. 22; 56 (1935) S. 1367 u. 1478. VDE-Fachber. 1 (1926) S. 33.

R. Nitsche. — Herr Dr.-Ing. Rudolf Nitsche VDE, Berlin, wurde am 1. 10. zum Ständigen Mitglied und Professor beim Staatl. Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem ernannt. — Schon seit 1928 hat Herr Dr. Nitsche auch die Bestrebungen des VDE durch Untersuchungen gefördert; im Jahre 1936 übernahm er den Vorsitz im VDE-Ausschuß für Isolierstoffe, dessen Arbeiten er maßgebend beeinflußte, insbesondere durch seine Forschungen über die mechanischen Eigenschaften von Kunstharzpreßstoffen bei Wärmebeanspruchung von längerer Dauer.

Digitized by Google

SCHRIFTTUM.

Besprechungen.

621. 39

Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt. Bd. XIX, herausg. v. Reichspostzentralamt. Mit 283 S. im Format A 4. Alleinvertrieb durch Julius Springer, Berlin 1937. Preis kart. 12 RM.

Der Band XIX der Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt enthält 56 Veröffentlichungen von Angehörigen dieses Amtes aus den Jahren 1935, 1936 und vom Anfang des Jahres 1937.

Das Gebiet der Fernsehtechnik behandeln Aufsätze über Fernsehübertragung auf Kabeln, Kippschaltungen, Fernsehübertragung auf Fernsprechleitungen, drahtlose Tonbildempfangstechnik, Gegensehen, Sekundärelektronen-Vervielfacher, Anwendungen der Elektronenoptik, Nachleuchtvorgänge von Phosphoren, Fernsehen auf den Funkausstellungen 1935 und 1936.

Weitere Arbeiten befassen sich mit der Modulation von Rundfunksendern, so über gegenseitige Modulationsbeeinflussung, ferner Modulation und Betriebskosten, Begriff der „guten Modulation". Vorgänge bei Gleichwellensendern (Verwirrungsgebiet, Gleichlaufgenauigkeit und Steuerung) und die Strahlungsverhältnisse von Antennen werden behandelt. Mit dem Aufbau, der Betriebsweise und dem Gewitterschutz von Funksendeanlagen beschäftigen sich weitere Aufsätze.

Die Vorgänge im Innern von Elektronenröhren und die Anwendung der Braunschen Röhre werden in einer Reihe von Aufsätzen beschrieben. Einzelheiten über die Prüfung von Rundfunkempfängern und Fragen aus dem Gebiet der Rundfunkentstörung werden eingehend behandelt. Weiter finden einzelne Fragen des Fernsprechbetriebes, der Übertragungstechnik auf Fernsprechleitungen und der Akustik eine Behandlung. Außerdem enthält der Band Aufsätze über Meßgeräte und Meßverfahren, über die Schaltung von Trockenplatten-Gleichrichtern für Fernsprechvermittlungsstellen und die Frage der Wiederverwendbarkeit von frei werdenden Ladegeräten. Über Schäden an den Bleimänteln von Kabeln und über Blitzbeschädigungen an Fernmeldeleitungen wird in zwei Arbeiten berichtet. Einen Beitrag zur Erforschung der elektromagnetischen Verhältnisse der Erde liefert der Bericht über Schwankungen des Erdstroms und des Erdmagnetismus im Polarjahr 1932/33. Eine Zusammenfassung der Arbeiten auf dem Gebiete der Nachrichtentechnik im Reichspostzentralamt gibt schließlich der Aufsatz: „Fortschritte des elektrischen Nachrichtenwesens aus dem Reichspostzentralamt im Jahre 1935". Mittelstraß.

519

Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen. Vorträge von Prof. Dr. M. Czerny, Obering. K. Franz, Prof. Dr.-Ing. F. Lubberger, Prof. Dr. J. Bartels u. Prof. Dr. R. Becker. Veranstaltet durch den Verband Deutscher Elektrotechniker, Bezirk Berlin-Brandenburg, in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Techn. Hochschule zu Berlin. Herausg. v. Prof. Dr.-Ing. F. Lubberger. Mit 25 Abb. u. 100 S. im Format 165 × 245 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 8,40 RM.

Der erste dieser Vorträge „Grundbegriffe und Gesetze der Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen" von M. Czerny, Berlin, enthält eine einführende Darstellung der wichtigsten und einfachsten Sätze aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. In mancher Beziehung ist diese an sich lesenswerte Darstellung nicht recht geglückt. Leider sind die Anstrengungen, die in den letzten zwanzig Jahren zur Klärung der Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung von verschiedenen Seiten gemacht worden sind, nicht berücksichtigt worden. Auch die Darstellung selbst befriedigt in bezug auf Klarheit und Genauigkeit nicht ganz. Insbesondere geben die mathematischen Beweise dem Leser keinen Einblick in den logischen Zusammenhang zwischen den Voraussetzungen, von denen der Beweis ausgeht, und den Schlußformeln, zu denen er führt, wie man z. B. an der Herleitung der Poissonschen Formel feststellen muß.

Der zweite Vortrag „die Wahrscheinlichkeit in der Fertigungsüberwachung" von K. Franz, Berlin, gibt eine Anzahl interessanter Anwendungen der Statistik auf die Fabrikation von Fertigwaren. Dieser Vortrag ist insofern besonders lehrreich, als er zeigt, daß eine Kenntnis der einfachsten Grundbegriffe der Statistik einschließlich der Korrelationslehre und einige einfache Zeichnungen schon genügen, um rein statistisch fabrikatorisch wichtige Feststellungen zu machen.

„Betrachtungen, Vorschriften und Theorien der Schwankungen im Fernsprechverkehr" behandelt Lubberger, Berlin, in einem für Fernsprechfachleute wichtigen Vortrage. Die zahlreichen sich hier ergebenden Sonderfragen werden kurz besprochen und an Zahlenbeispielen dem Verständnis näher gebracht.

Der folgende Vortrag über „Verborgene periodische Erscheinungen" von J. Bartels, Eberswalde, bezieht sich auf die statistische Bestimmung solcher Vorgänge, deren Wiederkehr mit genügender Häufigkeit festgestellt werden kann. Die in dem Vortrag herangezogenen Beispiele beziehen sich meist auf die Geophysik und verwandte Gebiete.

In dem letzten Vortrage „Wahrscheinlichkeitsgesetze und Schwankungserscheinungen in der Physik" von R. Becker, Göttingen, (ausgearbeitet von W. Döring) wird in durchaus fesselnder Darstellung ein Überblick über das Auftreten von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen in der Physik gegeben. Insbesondere werden im ersten Teil die Hauptgesetze der statistischen Mechanik besprochen und auf die experimentelle Bestätigung der lediglich durch wahrscheinlichkeitstheoretische Überlegungen gewonnenen Ergebnisse hingewiesen. Im zweiten Teil werden die Wahrscheinlichkeitsgesetze der Quantentheorie behandelt. In geradezu meisterhafter Weise werden die schwierigen Überlegungen, die zu der Heisenbergschen Unschärfebeziehung führen, und den Ersatz der Kausalität durch Wahrscheinlichkeitsaussagen über Durchschnittswerte verlangen, klargemacht. Der Bearbeiter dieses sonst so wunderschönen Vortrages sei darauf hingewiesen, daß die Funktion ψ weder ein Wellenfeld (S. 91, Z. 3 v. u.) noch eine Welle (S. 92, Z. 13 u. Z. 16) ist. Schon im Hinblick auf das „Geschrei der Böotier" sollten sich die theoretischen Physiker bei dieser begrifflich schwierigen Sache der größtmöglichen Genauigkeit des Ausdruckes befleißigen. R. Rothe VDE.

51

Höhere Mathematik für Mathematiker, Physiker und Ingenieure. Von Prof. Dr. R. Rothe. Teil IV: Übungsaufgaben mit Lösungen — Formelsammlung. Bearb. von Stud.-Rat O. Degosang. Heft 4: Unendliche Reihen—Vektorrechnung nebst Anwendungen. Mit 28 Abb., 56 S. im Format 130 × 205 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1937. Preis geh. 2,40 RM.

Dieses letzte Heft behandelt die unendlichen Reihen und die Vektorrechnung nebst Anwendungen. Bei den Vektoren sind die Determinanten angeschlossen. Die Übungsaufgaben sind großenteils von dem langjährigen Assistenten Herrn Studienrat Oskar Degosang zusammengestellt und die Lösungen dafür gegeben. Die Absicht der ganzen Aufgabensammlung ist, den Stoff des Lehrwerkes an einzelnen Beispielen zu erläutern und einzuüben. Gelegentliche Beziehung auf technische Probleme bedeutet nicht eine volle Lösung dieser Probleme, sondern nur eine besondere Einkleidung der Aufgabe. Der Grundgedanke ist, daß der Studierende sich erst die mathematischen Fertigkeiten erwerben muß, ehe er an die technischen Untersuchungen geht. Diese Übungen sind als Ergänzung der zusammenhängenden Darstellung in den voraufgehenden Teilen durchaus am Platze und ihre Benutzung dringend zu empfehlen. H. E. Timerding.

621. 385

The low voltage cathode ray tube and its applications. Von G. Parr. Mit 76 Abb., X u. 177 S. im Format 145 × 220 mm. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1937. Preis geb. 10 s 6 d.

Das Buch hält mehr als es zunächst verspricht. Nach den einleitenden Definitionen des Verfassers, wonach unter low voltage tubes (Titel!) Braunsche Röhren mit Beschleunigungsspannungen bis 500 V verstanden werden, sollte man eine

Digitized by Google

Beschränkung auf Röhren mit Gaskonzentration erwarten. In Wirklichkeit ist das Buch jedoch eine Darstellung über die neuzeitliche Hochvakuumröhre mit höherer Beschleunigungsspannung. Der Einstellung auf die Hochvakuumröhre entsprechend werden in dem allgemeinen Teil die Elektronenoptik, in dem schalttechnischen Teil die Fehler und Schaltungen der Hochvakuumröhren besonders berücksichtigt.

Die ersten beiden Kapitel bringen auf 40 Seiten die elektronenoptischen Grundlagen und Eigenschaften der Röhre. Die anschließenden drei Kapitel mit 60 Seiten sind der Kurvenschrift auf den Schirm als geschlossene (Lissajous) Figur, als Darstellung längs einer Zeitlinie, die gerade und geschlossen sein kann, gewidmet. Dann folgen drei Kapitel über die Anwendungen, und zwar: Anwendungen für den Rundfunkingenieur (18 S.), Fernsehtechnik (23 S.) und sonstige Anwendungen (11 S.). Die Anwendung der Röhre steht also durchaus im Vordergrund, während Herstellungseinzelheiten usw. fast ganz fehlen.

Das Buch ist vom Praktiker für den Praktiker geschrieben. Schwierigere Auseinandersetzungen über die Grundlagen usw. sind vermieden. Aber man ist doch überrascht, wenn sich (s. Abb. 16) Linien verschiedenen Potentials bündelweise auf einer metallischen Elektrode von konstantem Potential treffen! Allgemein geht der Verfasser oft nicht sehr in die Tiefe, sondern begnügt sich damit, das fragliche Problem nur anzudeuten. Diese Beschränkung, verbunden mit einer scharfen Abgrenzung der Einzelfragen durch Abschnittsüberschriften und unterstützt durch vergleichende Tafeln usw. ergeben eine leicht lesbare Darstellung, die dem, der mit solchen Röhren zu arbeiten hat, meist genügen dürfte.

Manchem deutschen Leser mag diese Gesamteinstellung des Buches nicht so ganz zusagen, doch wird auch er auf seine Kosten kommen. Ihn wird besonders die Stellungnahme eines englischen Praktikers zu den einzelnen Fragen interessieren, wenn er auch bei den reichhaltig angegebenen Schaltungen gern die Vor- und Nachteile deutlicher herausgehoben gesehen hätte. Jeder Leser wird, außer der bereits erwähnten Übersichtlichkeit der Darstellung als besonders wertvoll die ausgezeichnete Zusammenstellung des Schrifttums begrüßen, die nach 40 Einzelpunkten geordnet auf 17 Seiten rund 750 Nachweise enthält.

E. Brüche.

53

Physik. Ein Lehrbuch von Prof. W. H. Westphal. 4. Aufl. Mit 619 Abb., VII u. 625 S. im Format B 5. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis geb. 19,80 RM.

Das Lehrbuch der Physik von W. H. Westphal, das jetzt in der vierten Auflage vorliegt, will kein Lehrbuch der reinen Experimentalphysik sein, sondern den Leser auch wenigstens in die Anfangsgründe der theoretischen Physik einführen. Dieser Charakter ist in der neuen Auflage noch verstärkt worden. Noch mehr als bisher tritt die Einordnung der Einzeltatsachen in den großen Zusammenhang in den Vordergrund. Der Verfasser hat daher in fast allen Kapiteln Änderungen, Umstellungen und Neueinfügungen vorgenommen, die nicht nur einer Vermehrung des mitgeteilten Stoffes durch eine knappere und dennoch leicht faßliche Darstellung dienen, sondern auch die großen allgemeinen Gesichtspunkte schärfer hervorheben. Vollständig neu geschrieben wurden die ersten Kapitel, in denen jetzt durch eine entschlossene Anwendung des Vektorbegriffes eine kurze und doch einwandfreie Einführung in die Mechanik gegeben wird. Auf dieser Grundlage konnte auch die Darstellung der Elektrodynamik vielfach verbessert und vereinfacht werden. Auch die Quanten- und Kernphysik ist, den Fortschritten der letzten Jahre entsprechend, völlig neu gestaltet worden. Das Buch zeichnet sich dadurch aus, daß es die Physik von Anfang an so darstellt, wie sie die gereifte Physikergeneration sieht, offene Fragen und noch hypothetische Meinungen, die ja oft im Brennpunkt der fortschreitenden Forschung stehen, nicht verschweigt und auch zu den erkenntniskritischen Problemen häufiger und kritischer als früher Stellung nimmt. Es kann jedem warm empfohlen werden, der nicht eine ganz elementare Darstellung sucht und der über die einfachsten mathematischen Hilfsmittel der Differential- und Integralrechnung verfügt. W. Bauer.

621. 35

Allgemeine und technische Elektrochemie nichtmetallischer Stoffe. Von Prof. Dr. Robert Müller. Mit 125 Abb., X u. 440 S. im Format 160 × 235 mm. Verlag von Julius Springer, Wien 1937. Preis geb. 30 RM.

Das Buch bildet das Gegenstück zu des Verfassers Elektrometallurgie. Es bietet in erster Linie eine möglichst vollständige Übersicht über die wissenschaftlichen und technischen Veröffentlichungen, ergänzt durch zahlreiche hinweisende Anmerkungen. Auch das zur Zeit technisch Unverwertete wird sorgsam berichtet. Der ungemein reiche Stoff wird tunlichst gegliedert. Jedem Abschnitt ist ein Patentverzeichnis angefügt. Ich will nur einiges besonders Wichtige hervorheben: Wasserzersetzung (S. 9 bis 78), die heut in zahlreichen Anlagen reinsten Wasserstoff für Ammoniaksynthese und Fetthärtung liefert (hier werden auch die Versuchskonstruktionen für Zersetzung unter Hochdruck behandelt und auch die Nebengewinnung des wissenschaftlich so merkwürdigen „schweren" Wassers besprochen); Alkalichloridelektrolyse (S. 80 bis 187) zur Gewinnung von Ätznatron, Chlor, Bleichlaugen, Chlorat usw.; Reduktion anorganischer und organischer Stoffe (S. 192 bis 257); Oxydation desgleichen (S. 257 bis 359); unerschöpfliche und teilweise noch nicht recht aufgeklärte Gebiete der Forschung, welche hie und da auch zu Fabrikationen geführt hat, z. B. zum „Eloxal"verfahren für Aluminiumschutz, das ausführlich besprochen wird; schließlich Elektro-Endosmose und Elektrodialyse (z. B. Wasserreinigung durch Wegführung der Salze).

Das rein Technische ist naturgemäß kaum fehlerfrei zu berichten. Was veraltet und was neu ist, erfährt der Bücherschreiber nicht immer. Z. B. ist auch mir nur zufällig bekanntgeworden, daß die sinnreichen Wildermann-Zellen sich nicht bewährt haben und schon seit einem Jahrzehnt abgebaut sind.

Als ausgezeichnetes, zuverlässiges Nachschlagewerk ist das Buch auch dem Elektrotechniker bestens zu empfehlen.

K. Arndt VDE.

620. 1

Deutsche Austausch-Werkstoffe. Von Prof. Dipl.-Ing. H. Bürgel. (2. Heft der Schriftenreihe Ingenieurfortbildung. Herausg. v. Prof. Dipl.-Ing. G. v. Hanffstengel.) Mit 84 Abb., 23 Zahlentafeln, VIII u. 154 S. im Format A 5. Verlag von Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 6,60 RM.

Bürgels Schrift befaßt sich in knapper, übersichtlicher Form mit den in den letzten Jahren von der deutschen Industrie unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Lage geschaffenen Werkstoffe, deren Kenntnis für den verantwortungsbewußten Konstrukteur unerläßlich ist. In knapper Form werden die Schwermetall-Legierungen behandelt, bei denen es gelungen ist, hochlegierte, devisenverbrauchende Stähle durch niedriglegierte, sehr reine Stähle zu ersetzen oder solche, deren Legierungsbestandteile unter günstigeren Bedingungen zu beschaffen sind. Ebenso kurz werden die Fortschritte in der Herstellung von Gußeisen und Temperguß als Austauschwerkstoffe für Kupferlegierungen besprochen. Dem Ersatz von Kupfer-Zinnlegierungen dienen die Sparbronzen und Zinklegierungen, deren Erstellung sehr gefördert werden konnte. Einen breiten Raum nehmen in Bürgels Buch die Leichtmetalle und ihre Legierungen ein. Soweit erforderlich, wird die Technologie behandelt. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften werden durch DIN-Blätter oder Tafeln angegeben und erläutert. Für den Praktiker sehr wertvoll sind die Hinweise auf die bei Leichtmetallen besonders zu beachtenden Unterschiede in der spanlosen und spanabhebenden Verarbeitung im Gegensatz zu der bei den bisher verwandten Werkstoffen üblichen, deren Kenntnis für eine erfolgreiche Verwendung nötig ist. Neben den verschiedenen Gießverfahren werden Warm- und Kaltverformung, spanende Bearbeitung, Verbindungstechnik und Oberflächenbehandlung berücksichtigt. Für einzelne Belastungsfälle werden Berechnungsarten angegeben, die von den bisher üblichen abweichen.

Der dritte Teil der Bürgelschen Schrift gibt eine umfassende Übersicht über die verschiedenen Arten der Kunst- und Preßstoffe. Auch hier ist neben der Herstellung die Verarbeitung eingehend berücksichtigt. Der Anwendungsbereich der verschiedenen Kunststoffe wird beschrieben und durch Beispiele aus der Praxis erläutert. Vor allem im Apparatebau, im allgemeinen Maschinenbau und der Elektrotechnik ist bei den Kunststoffen und den Leichtmetallen der Anwendungsbereich noch lange nicht erschöpft, zumal diese Werkstoffe je nach Ursprung und Herstellung den verschiedensten Ansprüchen angepaßt werden können. — Zum Schluß werden noch besonders vergütetes Holz, Gummi und die verschiedensten keramischen Werkstoffe behandelt.

Bürgels Buch stellt bei gutem Druck und guter Ausstattung vor allem durch seine Zahlentafeln und Tafeln, ferner durch seine knappen und klaren Hinweise auf die für die Verarbeitung und Verwendung wichtigsten Gesichtspunkte ein wertvolles Hilfsmittel für den Praktiker dar. A. Thum.

621. 365. 45. 016. 23 : 643. 33

Energieverbrauch elektrischer Großküchen in der Schweiz. Nach Erhebungen des Schweizerischen Wasser-

Digitized by Google

wirtschaftsverbandes (abgeschlossen im Sommer 1937. 16 S. im Format B 4, Tabellenform). Zu beziehen durch das Sekretariat des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich, St. Peterstr. 10. Preis 2,50 Fr. Für mehrere Stücke Sonderpreise.

In der Schweiz waren Ende 1936 1342 vollelektrische Großküchen mit einem Gesamtanschlußwert von etwa 48 000 kW, also rund 36 kW je Küche, im Betrieb. Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband hat nun eine große Untersuchung über den Stromverbrauch von Großküchen verschiedener Größe und verschiedener Art angestellt. Die Ergebnisse von 69 Betrieben sind in einem Sonderdruck zusammengestellt. Für Betriebe mit ganztätiger Verpflegung wurden die in nachstehender Zahlentafel wiedergegebenen Zahlenwerte gefunden, die mit den deutschen Erfahrungen ganz gut übereinstimmen[1]).

Mittlerer Stromverbrauch je Kopf und Tag (ohne Heißwasserbereitung).

Anzahl der verpflegten Personen	Gruppe			
	I	II	III	IV
	Verbrauch in kWh			
25	1,46	1,07	0,8	0,57
50	1,40	1,00	0,75	0,53
100	1,30	0,92	0,68	0,47
200	1,12	0,80	0,57	0,40
500	0,92	0,68	0,48	0,28

Die darin erwähnten Gruppen I bis IV umfassen:
Gruppe I: Heilstätten, Privatkliniken, erstklassige Institute;
Gruppe II: Allgemeine Krankenhäuser, Institute, Hotel-Pensionen;
Gruppe III: Volksheilstätten, Erziehungsanstalten, Töchterheime, Kasernen;
Gruppe IV: Ferienheime, Altersasyle, Bürgerheime, Armenanstalten.

Für Betriebe, die Einzelportionen abgeben, also z. B. Gaststätten, Hotels und dergleichen, wurde als neue Kennziffer der Stromverbrauch je 100 Frs.[2]) monatliche Einnahmen ermittelt und hierbei für einfache Restaurants 20 bis 30 kWh, für bessere 50 bis 60, für Großbetriebe 70 bis 80 kWh je 100 Frs. Einnahmen gefunden. Der Stromverbrauch je Portion (à-la-carte-Essen) schwankt stark. Er kann mit etwa 1 kWh je Portion angegeben werden.

Auch über den Heißwasserverbrauch von Großküchen enthält die Untersuchung aufschlußreiche Angaben. Es wäre recht wünschenswert, wenn auch in Deutschland einmal eine derartig umfangreiche Untersuchung über den Stromverbrauch von Großküchen angestellt würde. Fr. Mörtzsch.

621. 396

Schule des Funktechnikers. Ein Hilfsbuch für den Beruf mit besonderer Berücksichtigung der Rundfunktechnik. Von H. Günther und H. Richter. 1. Bd.: Grundlagen. Mit 226 Abb. u. 267 S. im Format B 5. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1937. Preis geb. 14 RM.

Das vorliegende Buch wendet sich an den angehenden Funktechniker. Es ist außerordentlich allgemeinverständlich geschrieben. Die wichtigsten funktechnischen Fachausdrücke werden dem Leser erklärt und ihr tieferes Verständnis durch zahlreiche Textabbildungen gefördert. Ein bei kleinstem Druck sechs Seiten umfassendes Sachverzeichnis unterstreicht den Lexikoncharakter der Veröffentlichung. Da die Darstellung sehr ausführlich gehalten ist und auch die neuesten Entwicklungen mit berücksichtigt, erfüllt sie wirklich die durch ihren Titel angedeutete Aufgabe und kann daher zum Selbstunterricht für werdende Techniker des Funkhandels, für technisch interessierte Schüler und als Hilfsbuch zum Verständnis der Funkzeitschriften empfohlen werden.

Manfred von Ardenne VDE.

621. 3

Gleichstromtechnik. (Elektrotechnische Lehrbücher Bd. 1.) Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. F. Haberland. 3., neubearb. Aufl. Mit 115 Abb., VIII u. 104 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 2,40 RM.

Magnetismus und Wechselstromtechnik. (Elektrotechnische Lehrbücher Bd. 2). Von Prof. Dipl.-Ing. G. Haberland, unter Mitwirkung von Dr.-Ing. F. Haberland. 3., neubearb. Aufl. Mit 202 Abb., VIII u. 180 S. im Format A 5. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 2,90 RM.

Die Beliebtheit der kleinen handlichen kurzgefaßten Lehrhefte hat zu einer Neuauflage geführt. Im ersten Heft werden die Grundbegriffe und Grundregeln von Strom, Spannung, Leistung und Arbeit erläutert, die Anwendung der Elektrizität für Beleuchtung und Heizung behandelt, das notwendigste über galvanische Elemente und Sammler gesagt und schließlich praktische Begriffe und Erfahrungszahlen aus der Stromverteilung (Leitung, Schalter) gegeben.

Das zweite Heft bringt einleitend Grundbegriffe und Grundgesetze des Magnetismus. Sodann behandelt der Verfasser die Eigenschaften des Wechselstroms, das elektrische Feld sowie freie Ströme und Wanderwellen. Ein kurzer Hinweis auf die technische Anwendung der Wärmewirkung und schließlich ein Abschnitt über Bau, Berechnung und Schutz von Wechselstromverteilungsanlagen bilden den Schluß des für den Selbstunterricht sehr geeigneten Büchleins. Wertvoll für die Festigung der erläuterten Begriffe sind die vielen eingefügten Zahlenbeispiele. M. Zorn VDE.

621. 3

7 Formeln genügen im Elektrohandwerk. Vorbereitung zur Gesellen- und Meisterprüfung. Von B. Gruber. 3. Aufl. Mit 395 Abb., XII u. 335 S. im Format 105×170 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1937. Preis geb. 4 RM.

Aus dem Titel des Buches könnte man entnehmen, daß in der Hauptsache Formeln und Berechnungen gebracht werden. Dies ist aber nicht der Fall. Der Verfasser, der Ingenieur bei einem Elektrizitätswerk ist, hat vielmehr auf Grund seiner jahrelangen Fühlung mit den Installateuren und bei Gesellen- und Meisterprüfungen im Elektrohandwerk ein Buch geschrieben, das in erster Linie als Vorbereitungsbuch für solche Prüfungen gedacht ist. Es werden zunächst in allgemein verständlicher Form die Grundsätze der Elektrotechnik behandelt. Dann werden Stromerzeugung, Stromfortleitung, Umformung und Aufspeicherung beschrieben. Die Bemessung und Berechnung der Leitungen ist bevorzugt behandelt, da der Elektroinstallateur dieses Gebiet besonders gut beherrschen muß. Alle vorzunehmenden Berechnungen sind dabei auf einfache Grundformeln zurückgeführt. Das Kapitel „Stromverbraucher" ist insbesondere auf die für die Installateure wichtigen Verbrauchsapparate abgestellt. Im Abschnitt „Messungen" werden die für den Elektroinstallateur in Frage kommenden Meßmethoden und Meßgeräte erläutert. Ein Abschnitt über Schutzmaßnahmen gegen Überströme und Berührungsspannungen beschließt das Buch.

Zur Vorbereitung für die Gesellen- und Meisterprüfung sowie als Nachschlagewerk ist das Buch für den Installateur sehr geeignet, zumal bei den einzelnen Gebieten stets die zugehörigen VDE-Vorschriften eingeflochten sind. Bei einem Neudruck wäre es wünschenswert, bestimmte Gebiete, die für den Installateur von keiner besonderen Bedeutung sind, z. B. Zellenschalter für Akkumulatorenbatterien, zu kürzen und dafür andere Abschnitte, z. B. Leuchtröhrenanlagen, Anschluß von Herden und Heißwasserspeichern und dergl., ausführlicher zu behandeln. H. Laurick VDE.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin in Gemeinschaft mit dem Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure. 7 Vorträge über Eigenschaften und Verwendung der Nichteisenmetalle. Freitags, 18^{15}, Hauptgebäude der T. H., Hörs. 25, Beginn: 12. 11. Karten für die ganze Vortragsreihe (Einzelkarten werden nicht ausgegeben) 5 RM, für Studenten (Ausweis) 2,50 RM.

Berichtigung.

Die Quellenangabe des Berichts „Al-Verbindungen in der Elektrotechnik" in H. 39 der ETZ 58 (1937) S. 1064 muß richtig lauten: [W. Büngner u. W. Hammerschmidt, Aluminium, Berl. 18 (1937) S. 86; 2 S., 5 Abb.]

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. habil. H. Heß VDE, Aachen, Johannistal 3.
Dr.-Ing. H. Grünewald VDE, Berlin-Steglitz, Poschinger Str. 15.
Dr.-Ing. F. Lehner, Leipzig, Montbéstr. 41.

Abschluß des Heftes: 5. November 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

[1]) Siehe Mörtzsch, Elektrowärme — ein Handbuch für alle. Technischer Verlag Zander, Berlin 1935.
[2]) 100 schw. Frs. = 57,5 RM.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 18. November 1937 | Heft 46

Gittergesteuerte Glühkathoden-Stromrichter mit mehreren Steuerelektroden.

Von W. Jacobi und H. Kniepkamp, Berlin.

621. 314. 671

Übersicht. Nachdem sich Glühkathoden-Stromrichter mit mehreren gesteuerten Elektroden seit mehreren Jahren im praktischen Betrieb bewährt und die Zuverlässigkeit ihrer Steuereigenschaften bewiesen haben, sollen in einer kurzen zusammenfassenden Darstellung die Probleme gezeigt werden, die sich bei ihrer Anwendung und ihrem konstruktiven Aufbau als besonders bemerkenswert ergeben haben.

I. Anwendung der Mehrelektroden-Stromrichter.

Auf Grund der Erfahrungen mit Mehrgitter-Verstärkerröhren lag es nahe, zu untersuchen, inwieweit sich Mehrgitterstromrichter schaltungstechnisch mit Vorteil verwertbar und konstruktiv ausführbar erweisen würden. Schaltungstechnisch ergaben sich folgende wesentliche Aufgabenstellungen für derartige Röhren:

1. Herabsetzung des Anodeneinflusses insbesondere bei hohen Spannungen;
2. Herabsetzung der Gittervorströme für besonders empfindliche Steuerschaltungen;
3. Entkopplung mehrerer Steuerkreise, die gleichzeitig auf die gleiche Röhre einwirken sollen;
4. Aufbau einer neuartigen, möglichst einfachen leistungsarmen Steuerschaltung.

Die Forderung in Punkt 1 läßt sich, wie leicht einzusehen ist, ebenso wie bei der Verstärkerröhre (Schirmgitterröhre) auch beim Stromrichter durch Hintereinanderschalten zweier Gitter unschwer erfüllen; gegebenenfalls unter Zuhilfenahme einer dritten Elektrode. Hierauf wird später erst kurz einzugehen sein. Die Bedeutung dieser Maßnahme liegt in dem Wunsch, den Gitterkreis möglichst unabhängig von der Größe und Konstanz der Anodenspannung aufbauen zu können.

Die Forderung des Punktes 2 bedeutet den Wunsch nach einer Abschirmung einer Steuerelektrode durch eine Zusatzelektrode, um mit besonders kleinen Steuerleistungen auskommen zu können. Als Beispiel sei die unmittelbare Steuerung eines Stromrichters von einer Photozelle aus angeführt, die heute im allgemeinen unter Zwischenschaltung einer Verstärkerröhre durchgeführt wird. Röhren, die dieser Forderung entsprechen, sind bereits ausgeführt worden[1]). Ob sich derartige Röhren als Spezialröhren in größerem Maße einführen werden, läßt sich im Augenblick noch nicht absehen. Man beschränkt sich häufig darauf, daß man bei Mehrgitterstromrichtern, die mit Rücksicht auf die übrigen angeführten Punkte gebaut werden, durch entsprechende Bemessung die Vorströme möglichst klein zu halten sucht.

Wichtiger ist der unter 3 angeführte Wunsch nach der Entkopplungsmöglichkeit mehrerer verschiedenartiger Steuereinflüsse, die man dem Stromrichter gleichzeitig zuführen möchte. Im allgemeinen verwendet man zur Steuerung von Stromrichtern leistungsschwache Steuerkreise, die einen hohen Innenwiderstand aufweisen. Beim Eingitterstromrichter muß man bei Anwendung mehrerer Steuereinflüsse die Steuerkreise in Reihe oder parallel schalten, um sie gemeinsam wirken zu lassen. Dies bedingt häufig eine unerwünschte Kopplung über die hohen Innenwiderstände der Steuerkreise, die man tunlichst vermeiden möchte. Eine solche Entkopplung ist bei Verwendung von Mehrgitterstromrichtern leicht möglich, wenn man die Steuereinflüsse über getrennte Steuerelektroden auf den Zündvorgang wirken läßt. Die Anwendungsmöglichkeiten hierfür sind sehr mannigfaltig, z. B. bei der Steuerung einer Röhre durch Strom und Spannung eines beliebig belastbaren Gleichrichters mit schwankender Eingangsspannung, bei der Kompensierung von Kennlinienverschiebungen infolge von Kathodenheizungs- oder Dampfdruckschwankungen oder — im mehranodigen Stromrichter — bei der Kompensierung des Einflusses der brennenden Teilstrecke auf die Zündkennlinie der gesperrten Strecke infolge von Ionentransport aus der Brennphase.

Abb. 1. Ausführungsbeispiel eines Regelgerätes mit Zündkennliniensteuerung.

Von ganz besonderer Wichtigkeit hat sich der unter 4 genannte Wunsch nach einem einfachen Steuerverfahren durch Verwendung von Mehrgitterstromrichtern erwiesen. Über eine neue Steuerung dieser Art ist bereits berichtet worden[2]). Es erübrigt sich daher, auf die Einzelheiten dieser „Zündkennliniensteuerung" näher einzugehen. Hier soll nur insoweit auf sie zurückgegriffen werden, als es zum Verständnis der röhrenbautechnischen Gesichtspunkte erforderlich ist. Der Bedeutung entsprechend, die dieses Steuerverfahren im praktischen Betrieb erlangt hat, hat man die Mehrgitterstromrichter-Entwicklung wesentlich von dem Gesichtspunkt ihrer Verwendung in derartigen Zündkennlinien-Steuerschaltungen aus betrieben. Als Beispiel zeigt Abb. 1 ein Regelgerät mit Zünd-

[1]) A. Glaser, Jb. Forsch.-Inst. AEG 4 (1936) S. 154.

[2]) W. Jacobi u. H. Kniepkamp, Siemens-Z. 15 (1935) S. 197.

Digitized by Google

kennliniensteuerung. Selbstverständlich sind die so entwickelten Röhren auch für die Erfüllung der in den Punkten 1 und 3 angeführten Forderungen geeignet, zumal die Forderungen, die von seiten der Zündkennliniensteuerung aus an die Röhren gestellt werden, als besonders scharf zu bezeichnen sind. Im folgenden seien daher an Hand der Anforderungen, die die Zündkennliniensteuerung stellt, der Aufbau und die Bemessung einiger Mehrelektrodenstromrichter beschrieben.

II. Aufbau von Mehrelektroden-Stromrichtern.

Doppelgitter-Stromrichter. Durchgriffverhältnis.

Die Elektrodenpotentiale in einem Doppelgitterstromrichter setzen sich wie bei den Mehrgitter-Verstärkerröhren nach der bekannten Durchgriffsformel additiv zu einem resultierenden Potential in der Ebene des der Kathode am nächsten liegenden Gitters zusammen. Größe und Richtung dieses Potentials sind für die Größe des von der Kathode zur Anode hin fließenden Elektronenstromes bestimmend und regeln damit auch die Zündung der Bogenentladung zur Anode. Wir denken dabei zunächst der Einfachheit halber an eine ebene Elektroden-

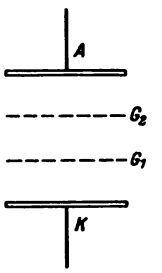
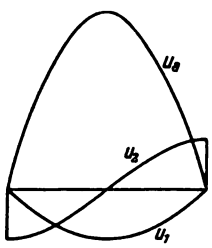


Abb. 2. Ebene Elektrodenanordnung mit zwei Gittern.



u_1 Potential am Gitter 1
u_2 Potential am Gitter 2
u_a Potential an der Anode

Abb. 3. Elektrodenspannungen bei der Zündkennliniensteuerung.

anordnung (Abb. 2). Nach der bekannten Beziehung ist das resultierende Potential u_0 in der Ebene des Gitters G_1 gegeben durch:

$$u_0 = \frac{u_1 + D_1 u_2 + D_1 D_2 u_a}{1 + D_1 + D_1 D_2} \quad . \qquad (1)$$

Die Zündung der Bogenentladung zwischen Kathode und Anode tritt ein, wenn u_0 einen kritischen Wert in positiver Richtung (gemessen gegen Kathode) überschreitet. Dieser kritische Wert von u_0 ist bei den im allgemeinen verwendeten Anodenspannungen von mindestens 40 V negativ und von den Spannungen an den Elektroden praktisch unabhängig. In diesem Bereich ist demgemäß der Zusammenhang zwischen den zur Zündung notwendigen Gitterspannungen bei festgehaltener Anodenspannung linear und die Zündkennlinie eine Gerade. Wählt man die Anodenspannung als Parameter, so ergibt sich eine Schar von Zündkennlinien, die untereinander parallel verlaufen. Aus der Steilheit und Parallelverschiebung lassen sich, wie weiter unten noch näher auseinandergesetzt wird, die Durchgriffe D_1 und D_2 in einfacher Weise ermitteln. Man erkennt aus Gl. (1), daß bei geeigneter Bemessung das Produkt $D_1 D_2 u_a$ so klein wird, daß gemäß unserer in Punkt 1 aufgestellten Forderung der Anodeneinfluß verschwindend gering wird. Die Zündkennliniensteuerung ist nun dadurch gekennzeichnet, daß an die Elektroden Wechselspannungen mit konstanter Phasenverschiebung gelegt werden, und zwar eilt die Spannung u_1 um 180 °, u_2 um 90 ° gegenüber der Anodenspannung nach (Abb. 3). Werden die Scheitelwerte der Spannungen entsprechend mit $u_{1\max}$, $u_{2\max}$ und $u_{a\max}$ bezeichnet und ist φ der Zündverzögerungswinkel, so ist in Gl. (1) zu setzen:

$$u_1 = -u_{1\max} \sin\varphi, \qquad u_2 = -u_{2\max} \cos\varphi$$

$$u_a = u_{a\max} \sin\varphi .$$

Damit geht die Zündbedingung (1) über in:

$$u_0 = \frac{-u_{1\max} \sin\varphi - D_1 u_{2\max} \cos\varphi + D_1 D_2 u_{a\max} \sin\varphi}{1 + D_1 + D_1 D_2} \qquad (2)$$

Wenn man nun die Amplituden von u_2 und u_a konstant läßt und nur u_1 ändert, so läßt sich für jeden Phasenwinkel φ ein Wert von u_1 finden derart, daß die Summe der Augenblickswerte gerade gleich dem kritischen Wert u_0 ist. Auf diese Weise ist es durch Amplitudenänderung von u_1 möglich, den Zündpunkt über den ganzen Bereich (bis auf kleine Bereiche am Anfang und Ende der Halbperiode) zu verschieben.

Um den Strom zum Steuergitter und damit die erforderliche Steuerleistung möglichst klein zu halten, ist es notwendig, den Stromrichter in dem Gebiet zu betreiben, in dem u_0 negativ ist, d. h. im Bereich der geradlinigen Zündkennlinie. Das bedeutet, daß $u_{a\max}$ so groß gewählt werden muß, daß $u_{a\max} \sin\varphi$ im ganzen gewünschten Aussteuerbereich den kritischen Wert von etwa 40 V nicht unterschreitet. Bei einer effektiven Anodenspannung von 220 V entspricht das einem kleinsten zulässigen Zündwinkel von 8 °.

Da u_0 unter den obigen Voraussetzungen im ganzen Aussteuerbereich negativ ist, muß vor der Zündung die Summe der Steuerspannungen $u_1 + D_1 u_2 + D_1 D_2 u_a$ ebenfalls negativ sein. Da u_a positiv ist, wird der durch die Gitterspannungen allein bestimmte Ausdruck $u_1 + D_1 u_2$ ebenfalls negativ. Solange die Gitterspannung u_2 einen gewissen, durch die Geometrie bestimmten Wert nicht überschreitet, kann mit negativen Spannungswerten von u_1 praktisch der gesamte Aussteuerbereich überstrichen werden (Abb. 4). Bei größeren Werten von u_2 ist volle Aussteuerung nur unter Anwendung positiver Spannungswerte von u_1 zu erreichen (vgl. Abb. 10). Auf die bei positiven Steuergitterspannungen noch auftretenden Schwierigkeiten wird weiter unten hingewiesen.

Die Form und Lage der Regelkurve $i_a = f(u_{1,\text{eff}})$ (i_a = Anodenstrommittelwert) wird bestimmt durch die relative Größe der Spannungswerte u_0, $D_1 u_{2\max}$ und $D_1 D_2 u_{a\max}$ (Abb. 4). Die Steilheit dieser Kurve hängt ab

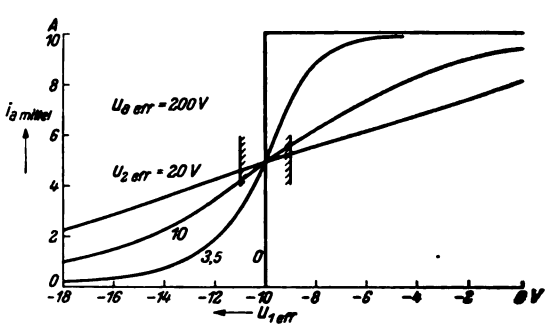


Abb. 4. Regelkurven eines Doppelgitter-Stromrichters.

von der Größe der Spannung $D_1 u_{2\max}$. In Abb. 4 sind die Effektivwerte der Spannungen angegeben. Man erkennt, daß mit wachsender Spannung $u_{2\text{eff}}$ die Steilheit der Regelkurven abnimmt. Für die Spannung $u_{2\text{eff}} = 0$ ist eine stetige Regelung nicht mehr möglich, der Strom springt unstetig bei einer bestimmten Spannung $u_{1,\text{eff}}$ von Null auf seinen maximalen Mittelwert. Für die gleiche Spannung $u_{1\text{eff}}$ nimmt der Strom für beliebige Werte von $u_{2\text{eff}} \neq 0$ immer denselben Wert an, und zwar den halben Maximalwert. Dieser Schnittpunkt entspricht

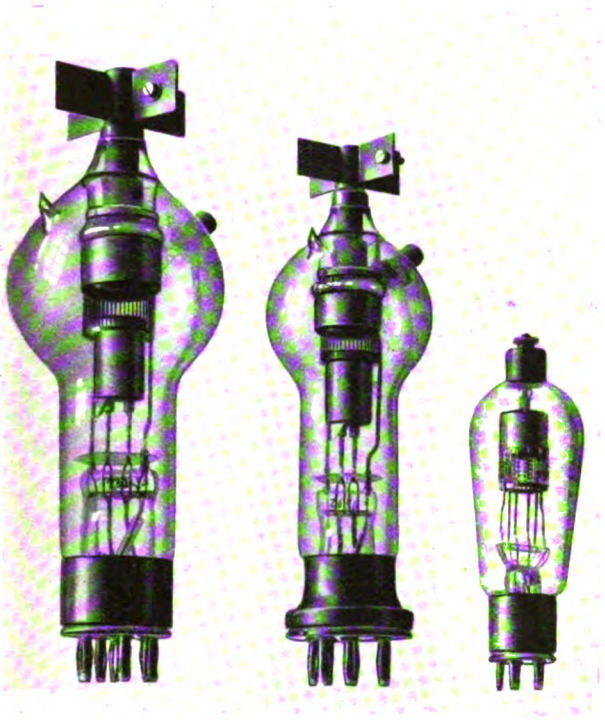
Digitized by Google

einem Zündwinkel von 90 °. Daraus ergibt sich gemäß Gl. (2) für $\varphi = 90\,°$:

$$u_{1\,\max} = D_1 D_2 u_{a\,\max} - (1 + D_1 + D_1 D_2)\, u_0 .$$

Die Verwendung flacher Regelkennlinien, d. h. hoher Gitterspannungen ist erwünscht mit Rücksicht auf die natürlichen Schwankungen, denen die Spannung u_0 infolge von Heizungsänderungen, Dampfdruckänderung u. dgl. unterliegt. Man erkennt aus Abb. 4, daß bei Schwankungen von u_0 in dem durch zwei schraffierte Linien gekennzeichneten Bereich die resultierende Anodenstromschwankung mit flacher werdender Regelkurve stark abnimmt.

Die Anwendung hoher Gitterspannungen hat allerdings den grundsätzlichen Nachteil, daß die erforderliche Steuerleistung stark ansteigt. In den Fällen, in denen nur sehr hochohmige, d. h. leistungsarme Aussteuergeneratoren zur Verfügung stehen, wird man daher im allgemeinen mit relativ steilen Regelkurven arbeiten.



c b a

Type a Anodenstrom im Mittel 1 A, Scheitel 1,5 A
Type b Anodenstrom im Mittel 5 A, Scheitel 15 A
Type c Anodenstrom im Mittel 10 A, Scheitel 30 A

Abb. 5. Doppelgitter-Stromrichter.

Die Folge der Benutzung flacher Regelkennlinien ist, wie aus Abb. 4 bereits ersichtlich, daß man zur Erreichung des maximalen Anodenstromes mit der Gitterspannung $u_{1\,\mathrm{eff}}$ in den Bereich positiver Spannungen gehen muß. Die Verwendung positiver Spannungen an den Gittern ist aber aus zwei Gründen nur mit Einschränkung möglich:

1. der Elektronenstrom und damit die Gitterleistung wächst mit positiv werdender Gitterspannung sehr stark an.
2. Bei Überschreitung einer gewissen kritischen Spannung besteht die Möglichkeit einer Zündung zum positiven Gitter, die jede Sperrfähigkeit aufhebt. Die kritische Spannung liegt bei + 15 bis + 30 V gegen Kathode in Quecksilberdampf, ihr Wert wird durch die gegenseitige Abschirmung der Gitter wesentlich beeinflußt. Eine Heraufsetzung der Gitterspannung wesentlich über diese Grenzen, wie sie für manche Fälle zweckmäßig ist, macht eine besondere Ausbildung des Aufbaues und die Einführung eines dritten Gitters nötig. Hierauf wird später eingegangen.

Wenn man von dieser später zu erörternden Bauart absieht, muß man versuchen, den Achsenschnittpunkt der Zündkennlinie nach möglichst kleinen Phasenwinkeln zu verlegen, um einen großen Aussteuerbereich mit negativen Steuergitterspannungen zu erreichen. Hierfür hat sich als zweckmäßig ergeben, folgende ungefähren Größenverhältnisse zugrunde zu legen:

$$D_1 u_2 = 2 \cdot D_1 D_2 u_a = -5 \cdot u_0 .$$

u_0 liegt erfahrungsgemäß und in Übereinstimmung mit der Theorie der Gitterzündung zwischen — 1 und — 2 V. u_2 ist nach dem Vorhergehenden auf ungefähr 20 V begrenzt. Nehmen wir als Bemessungsbeispiel einen Stromrichter für $u_a = 300$ V an, so ergeben sich mit diesen Spannungswerten folgende Durchgriffswerte:

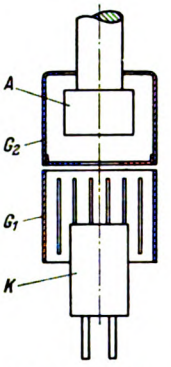
$$D_1 = 50\,\%,\quad D_2 = 3\,\%.$$

Aus Gl. (2) errechnet sich mit diesen Daten für $u_1 = 0$ ein Zündwinkel von ungefähr 45 °, d. h. der Gleichstrommittelwert kann mit negativen Steuerspannungen bis auf 87 % seines Höchstwertes ausgesteuert werden. Die obigen Durchgriffswerte stellen nur ungefähre Richtwerte dar. Als Konstruktionsgrundlage genügt die Festlegung:

$$\frac{D_2}{D_1} \approx \frac{1}{10} .$$

Gitteraufbau.

Bei der Konstruktion der Gitter müssen die Forderungen bezüglich des Durchgriffsverhältnisses mit den allgemein für die Bemessung von Stromrichtergittern geltenden in Einklang gebracht werden. Zu berücksichtigen sind dabei vor allem: Vermeidung von thermischer Gitteremission durch genügend große und für Energieabstrahlung günstig gestaltete Gitterfläche, Behinderung von selbständigen Entladungen vor allem zwischen Gitter und Anode durch gegenseitige Anpassung von Elektrodenabständen und Dampfdruck, Herabsetzung der Entionisierungszeit auf das Mindestmaß. Ferner müssen wie bei allen technisch verwertbaren Röhren bezüglich Einfachheit und Wiederholbarkeit des Aufbaues alle die Bedingungen erfüllt sein, die für eine serienmäßige Herstellung ausschlaggebend sind. In Abb. 5 sind drei solcher Doppelgitterstromrichter abgebildet, deren Aufbau aus Abb. 6 zu ersehen ist. Das Anodengitter G_2 hat bei diesen Typen die übliche Form. Das andere Gitter, G_1, besteht aus einem Ring, der den Raum zwischen dem Anodengitter und der Kathode umschließt. Dieser Ring dient bei der Type b und c gleichzeitig als Schirm gegen Wandaufladungen.



A Anode G_1 Gitter 1
K Kathode G_2 Gitter 2

Abb. 6. Aufbau von Doppelgitter-Stromrichtern.

Abb. 7 zeigt die statische Zündkennlinie (Gleichspannung an Gittern und Anode im Augenblick der Zündung) der Type c in der Form $u_1 = f(u_2)$, $u_a =$ konst. für zwei Anodenspannungen. Aus diesem Diagramm sind die charakteristischen Aufbaudaten u_0, D_1 und D_2 zu entnehmen, wie sich durch Differentiation der Zündgleichung (1) ergibt:

$$u_0 = -\frac{D_1 u_2 + D_1 D_2 u_a}{1 + D_1 + D_1 D_2} \quad (\text{für } u_1 = 0) = -1{,}5\,\mathrm{V}$$

$$D_1 = \frac{\partial u_1}{\partial u_2} = 69\,\%$$

$$D_2 = \frac{\partial u_2}{\partial u_a} = 7\,\% .$$

Digitized by Google

Genauigkeit der Regelung.

Die Genauigkeit, mit der die Zündkennlinie einer Stromrichtertype wiederholbar ist, hängt zunächst wie bei einer Verstärkerröhre von der Genauigkeit des Aufbaues, d. h. der Durchgriffsverhältnisse ab. Außerdem wird im Unterschied zur Verstärkerröhre, deren Kennlinie im allgemeinen durch das Raumladungsgesetz bestimmt und daher von Schwankungen der Temperatur und der Emissionskonstanten der Kathode weitgehend unabhängig

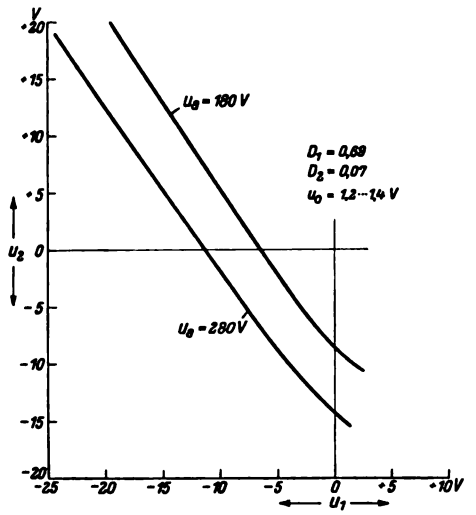


Abb. 7. Statische Gitter-Zündkennlinien eines Doppelgitter-Stromrichters.

ist, die Kennlinie eines Stromrichters von diesen Größen maßgeblich beeinflußt, weil die Zündung aus dem Anlaufstrom der Stromrichterkathode heraus erfolgt. In der Zündbedingung Gl. (1) macht sich das durch die Abhängigkeit der Konstante u_0 von den genannten Größen bemerkbar. Es ist nämlich[3]):

$$u_0 = \frac{K\,T}{e} \ln \frac{B}{A\,T} + \Phi .$$

Hierin sind A und Φ die Emissionskonstanten für die aktive Oberfläche gemäß der Richardsonschen Emissionsgleichung, B eine von der Gasdichte abhängige Konstante, T die Kathodentemperatur, K die Boltzmann-Konstante und e die Elektronenladung. A und Φ sind bekanntlich bei Oxydkathoden, die für Glühkathodenstromrichter praktisch nur in Frage kommen, nur innerhalb gewisser Grenzen wiederholbar und außerdem Veränderungen durch den Betrieb unterworfen. Man muß auch in einer sorgfältigen Kathodenfertigung mit einem gewissen Schwankungsbereich dieser Größen rechnen. Die Kathodentemperatur T wird, abgesehen von äußerlich bedingten Schwankungen der Heizspannung, durch unkontrollierbare Änderungen der Abstrahlungsverhältnisse während eines längeren Betriebes verändert. Die von der Dampfdichte abhängige Konstante B ist bei Quecksilberdampfröhren mit der Umgebungstemperatur der Röhre veränderlich. Hieraus ergibt sich für die Regelkennlinie ein Genauigkeitsbereich, der bei der Entwicklung von Stromrichterschaltungen zugrunde gelegt werden muß. Da die Schwankungen der Konstante u_0 die Regelkennlinie parallel zur Steuerungsachse verschieben, muß man die Steilheit der Regelkennlinie durch richtige Wahl der Spannung u_2 den Anforderungen an die Regelgenauigkeit (Grenze für die Gitterspannung) anpassen. Der Regelkurvenbereich muß, soweit er von den Emissionskonstanten der Kathode abhängt, empirisch durch Mittelwertbildung aus Messungen an großen Stückzahlen festgestellt werden. Für die Type c hat sich ein Bereich herausgestellt, der durch eine Parallelverschiebung der Regelkurve um ± 1 V (effektiv) parallel zur u_1-Achse gegeben ist. Hierin ist eine Schwankung der Kathodentemperatur durch Spannungsschwankungen von ± 10 % berücksichtigt.

[3]) H. Knepkamp u. A. Pützer, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 14 (1935) S. 32.

Gitteraufbau für hohe Gitterspannungen, Dreigitter-Stromrichter.

Die Größe des Genauigkeitsbereiches der Regelkennlinie ist bei dem bisher behandelten Gitteraufbau dadurch bedingt, daß die Steuerspannung in ihrer Höhe begrenzt ist auf einen Wert, gegen den die spontanen Änderungen der Effektivspannung u_0 und der reduzierten Anodenspannung $D_1 D_2 u_a$ nicht vernachlässigbar sind. Der Grund für diese Begrenzung ist, wie oben auseinandergesetzt, vor allem die Möglichkeit einer Zündung zum positiven

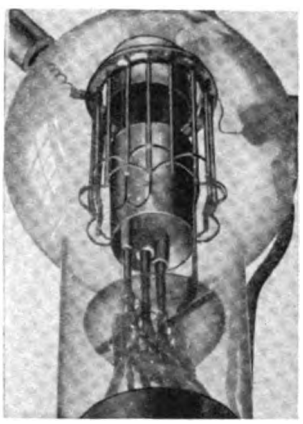


Abb. 8. Dreigitterstromrichter für hohe Gitterspannungen (Versuchsausführung).

Abb. 9. Dreigitterstromrichter für hohe Gitterspannungen (Fabrikationsausführung).

Gitter. Diese Möglichkeit läßt sich unterbinden, wenn die Gitter so ausgebildet werden, daß sie in bezug auf die Zusammensetzung des resultierenden Feldes im ganzen Entladungsraum zwischen den Gittern und der Kathode gleichberechtigt sind. Auf diese Weise kann das zur Kathode positive Feld des einen Gitters durch das entgegengesetzte Feld des anderen überall aufgehoben oder überkompensiert werden, so daß eine Zündung zum positiven Gitter nicht möglich ist. Als zusätzliche Bedingung kommt hinzu, daß der Einfluß des Anodenfeldes stets größer sein muß als der jedes einzelnen Gitters, weil sonst eine Zündung zur Anode erschwert wäre. Diese Bedingungen lassen sich in einem Gitteraufbau, in dem die Gitter in Anoden-Kathoden-Richtung hintereinander stehen, nicht erfüllen wegen der verschieden starken gegenseitigen Abschirmung der Gitter und wegen der Inhomogenität des resultierenden Feldes, die bei einer so großen Differenz zwischen den Durchgriffswerten der beiden Gitter, wie wir sie oben als günstig abgeschätzt haben, in einem größeren Teil des Entladungsraumes vorhanden sein muß. Infolgedessen werden Elektronen, die auf ihrem Wege zur Anode solche Gebiete durcheilen, zum jeweils positiven Gitter hingezogen und können dort eine unerwünschte Zündung herbeiführen. Die gewünschte Gleichwertigkeit der Gitter läßt sich dagegen erzielen, wenn die Gitter in einer Ebene angeordnet werden.

Die verschiedenen Konstruktionsmöglichkeiten für derartige Aufbaue, bei denen ein genügend großer Durchgriff des Anodenfeldes auf die Kathode zu berücksichtigen ist, können hier nicht eingehend besprochen werden. Auf ein Beispiel soll lediglich eingegangen werden, das sich als technisch einfach herausgestellt hat (Abb. 8). Sein wesentliches Merkmal ist, daß die Bahnen der zur Zündung nach der Anode laufenden Elektronen die

Digitized by Google

gemeinsame Fläche der Gitter überhaupt nicht schneiden. Die beiden Gitter sind zylindrische Steggitter mit gleichem Durchmesser, die so ineinandergefügt sind, daß die Stege immer abwechselnd den beiden Gittern zugeordnet sind. Das ganze System umgibt die Entladungsstrecke wie ein Schirm. Ist der Abstand der Stege voneinander klein gegen den Durchmesser des Systems, so wirkt dieses in geringer Entfernung von der gemeinsamen Zylinderfläche wie ein Schirm mit definiertem Potential. Wenn an die beiden Gitter Spannungen mit entgegengesetztem Vorzeichen gelegt werden, so entsteht ein Effektivpotential des Schirmes mit dem Vorzeichen der höheren Gitterspannung. Nur in einer engen Zone auf beiden Seiten der Gitterfläche entstehen getrennte Gebiete mit positivem und negativem Potential. Macht man das Effektivpotential schwach negativ durch Überwiegenlassen der negativen Gitterspannung, so können keine Elektronen radial nach der Gitterfläche hin gelangen, und eine Zündung zum positiven Gitter ist trotz hoher positiver Spannung unmöglich. Das Gittersystem kann in gleicher Weise wie das Steuergitter G_1 in Abb. 6 als Steuerelektrode verwendet werden mit dem Unterschied, daß sich seine Effektivspannung aus zwei hohen Teilspannungen zusammensetzt.

Nun ist aber der Durchgriff der Anode durch das Gittersystem so groß (wenn der Abstand Kathode—Anode nicht sehr groß im Vergleich zum Schirmdurchmesser gemacht wird, was konstruktiv ungünstig ist), daß die Effektivspannung des Schirmes in die Größenordnung der Anodenspannung, die Teilgitterspannung also in die Größe der Anodenspannung gebracht werden müßten, um das Anodenfeld für die Sperrung der Entladung zu kompensieren, während sie dem Zwecke der Anordnung entsprechend nur groß gegen die Änderung der Spannung u_0 zu sein brauchen. Es wird daher nötig, den Anodeneinfluß durch ein besonderes Anodengitter mit geringem Durchgriff herabzusetzen, das beispielsweise auf ein kleines negatives oder auf Kathodenpotential gebracht wird. Dadurch kann auch gleichzeitig der Einfluß der Anodenspannungsschwankungen leicht auf ein unbedeutendes Maß herabgesetzt werden. Wie bei den Elektrodenanordnungen der üblichen Stromrichter findet vor der Zündung eine Ionisation nur in dem Raum zwischen Anode und dem Anodengitter statt, eine Behinderung der selbständigen Entladung zwischen Gittern und Anode ist auf bekannte Weise zu erzielen.

Die Zündgleichung für dieses Dreigittersystem hat dieselbe Form wie die für das Doppelgittersystem, es kommt nur auf der rechten Seite das Effektivpotential des dritten Gitters hinzu. Wir legen an den einen Teil des Stegsystems eine um 90 °, an den anderen Teil eine um 180 ° und an das Anodengitter eine um 180 ° gegen die Anodenspannung verschobene Wechselspannung. Die vereinfachte Zündgleichung lautet:

$$u_0' = -D_1 u_{1\max} \sin\varphi - D_2 u_{2\max} \cos\varphi - D_{12} u_{3\max} \sin\varphi + D_{12} D_3 u_{a\max} \sin\varphi. \quad (3)$$

$u_{1\max}$ wird wie beim Doppelgitterstromrichter (Abb. 6) als Steuerspannung benutzt.

Die Durchgriffe haben folgende ungefähre Größen:

$D_1 = D_2 \approx 100\,\%$	Durchgriff eines Teilgitters durch das andere,
$D_{12} = 50 \cdots 80\,\%$	Durchgriff des Anodengitters durch das Stegsystem,
$D_3 = 1 \cdots 3\,\%$	Durchgriff der Anode durch das Anodengitter.

Die Spannung u_3 des Anodengitters wird so gewählt, daß

$$D_{12} u_{3\max} = D_{12} D_3 u_{a\max},$$

dann geht Gl. (3) über in

$$u_0' = -u_{1\max} \sin\varphi - u_{2\max} \cos\varphi. \quad (4)$$

u_1 und u_2 sind in ihrer Größe nicht beschränkt und können um Größenordnungen größer als u_0' (größenordnungsmäßig 1 V) gemacht werden. Das bedeutet, daß eine Änderung von u_0' praktisch keinen Einfluß auf die Zündkennlinie hat.

Ausführungsformen derartiger Dreigitterröhren zeigt die Abb. 8 in versuchs- und Abb. 9 in fabrikationsmäßiger Form. Letztere entspricht in allen Einzelheiten der Type c der Abb. 5 mit dem einzigen Unterschied, daß das Steuergitter in zwei Teile in der beschriebenen Weise aufgeteilt ist. Die Regelkurve dieser Röhre, aufgenommen mit Gitterspannungen von maximal mehreren hundert Volt, zeigt Abb. 10. Sie liegt entsprechend der Zündgleichung (4) symmetrisch zur Ordinate, die sie für alle Werte von $u_{2\,\mathrm{eff}}$ im Stromwert $i_a/2$ schneidet. Diese Lage ist für tech-

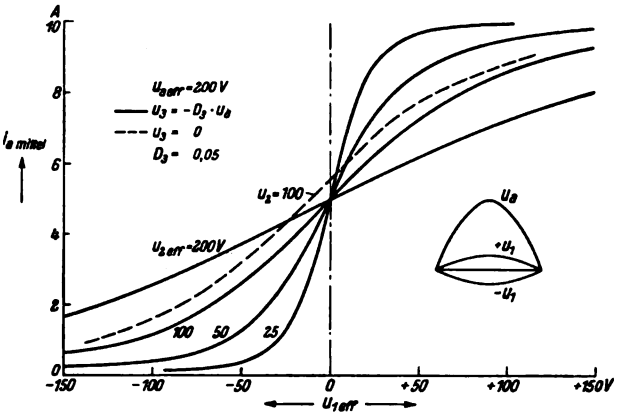


Abb. 10. Regelkurven eines Dreigitterstromrichters.

nische Verwendung sehr angebracht, insbesondere bei Steuerungen mit Wechselstrombrücken oder ähnlichen Anordnungen. Eine Änderung von u_3 verschiebt die Regelkurve parallel zur Abszisse (Kurve für $u_3 = 0$, Abb. 10). Die Kurven der Abb. 10 sind mit Gittervorwiderständen von 100 000 Ω aufgenommen. Die Verwendung höherer Widerstände (10^6 bis 10^7 Ω) ist bei einer derartigen Anordnung prinzipiell möglich, weil der zur Zündung notwendige Vorstrom nicht auf eine der Steuerelektroden, sondern auf das Anodenschutzgitter gelangt. Dadurch ist auch die eingangs unter Punkt 2 erhobene Forderung geringster Steuerleistung zu erfüllen, jedoch machen sich ganz allgemein mit wachsenden Gittervorwiderständen in steigendem Maße Isolationsfehler und kapazitive Nebenschlüsse zwischen den Elektroden und ihren Zuleitungen bemerkbar und erschweren eine genaue Wiederholbarkeit der Zündkennlinie.

Zusammenfassung.

Nach einer kurzen Darstellung der wesentlichen Anwendungsmöglichkeiten von Mehrelektrodenstromrichtern werden die Durchgriffsverhältnisse mehrerer Gitter und deren günstigste Bemessung bei Zwei- und Dreigitteranordnungen behandelt. Der Einfluß der Größe der Gitterspannungen auf die Regelkennlinie und ihre Konstanz bei derartigen Stromrichtern wird besprochen. Weiterhin werden die Grundlagen für den baulichen Aufbau der Mehrelektrodensysteme erörtert und die besonderen Vorteile von Dreigitterstromrichtern angegeben.

Digitized by Google

Neuere amerikanische Untersuchungen über Gewittereinflüsse auf Kraftübertragungs-Anlagen.

Von Heinrich Grünewald VDE, Berlin.

(Schluß von S. 1215.)

621. 311. 1. 015. 34 : 551. 594. 221

Ergebnisse von Versuchen an Hochspannungs-Freileitungen.

Stromstärkemessungen.

Wie in Deutschland, so sind auch in V. S. Amerika für die Messung von Blitzstromstärken in den letzten Jahren in großem Umfange Stahlstäbchen eingebaut worden. Die amerikanischen Stahlstäbchen bestehen aus Paketchen dünner legierter Bleche[3]), im Gegensatz zu den in Deutschland von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen verwendeten Paketchen aus dünnem Stahldraht[25]). Während in Deutschland schon gleich von Anfang an Stahlstäbchen nicht nur für die Messung der Stromstärken in den Masten, sondern auch an Erdseilen zur Stromstärkenmessung und vor allem zur Einschlagstellen-Bestimmung eingebaut worden sind, hat man in V. S. Amerika in den ersten Jahren ausschließlich an Masten gemessen und ist erst später dazu übergegangen, auch an Erdseilen, Bodenseilen, Strahlenerdern und an den Auslegern der Masten Stahlstäbchen anzubringen[4 ··· 6, 9]). Abb. 7 zeigt die Meßstellen an einem Eisenmast, der einen Vierstrahlerder mit 2 langen und 2 kurzen Strahlen hat[6]). Bei der in V. S. Amerika bei Höchstspannungsleitungen vielfach üblichen Ausführung der Masten mit gespreizten Füßen werden an den vier Füßen Stahlstäbchen eingebaut, weil bei den Messungen festgestellt worden ist, daß unter Umständen bei dieser Mastbauart in den vier Füßen voneinander abweichende Ströme abgeleitet werden, besonders wenn die Erdungen an den vier Stellen verschieden sind[4, 6]). Die Stahlstäbchen an den Bodenseilen und Strahlenerdern sollen Anhaltspunkte über die Verteilung der Stoßströme im Erdreich geben. An einer 220 kV-Leitung mit durchgehendem Bodenseil hat man zu diesem Zweck in Abständen von 1, 30, 60 und 90 m von den Masten Stahlstäbchen am Bodenseil angebracht[3, 4, 7, 9]) (Abb. 9 D). Dabei hat sich ergeben, daß in den beiden Mastfüßen, die an das Bodenseil angeschlossen sind, rd. 60 bis 80 % des Gesamtstromes abgeflossen sind. Da keine näheren Angaben über die Größe der Übergangswiderstände der beiden anderen Mastfüße und des Bodenseiles allein gemacht werden, können aus diesen Zahlenwerten keine weiteren Schlußfolgerungen gezogen werden. Wahrscheinlich handelt es sich um Masten in schlecht leitfähigem Boden, bei denen die beiden nicht mit dem Bodenseil verbundenen Mastfüße einen sehr hohen Erdübergangswiderstand haben und deshalb nur einen geringen Teil des Stromes ableiten können. Die in V. S. Amerika gemessenen Blitzstromstärken in Masten liegen im allgemeinen

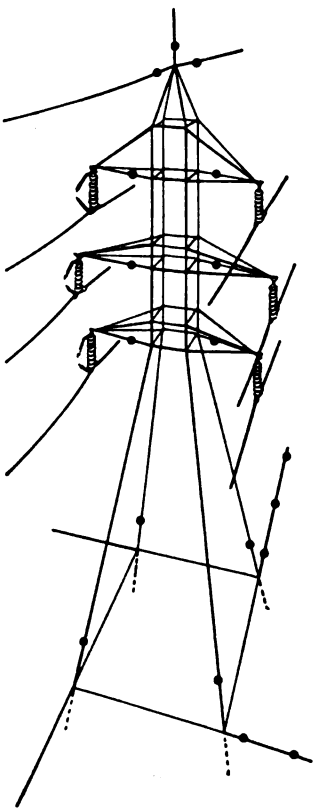


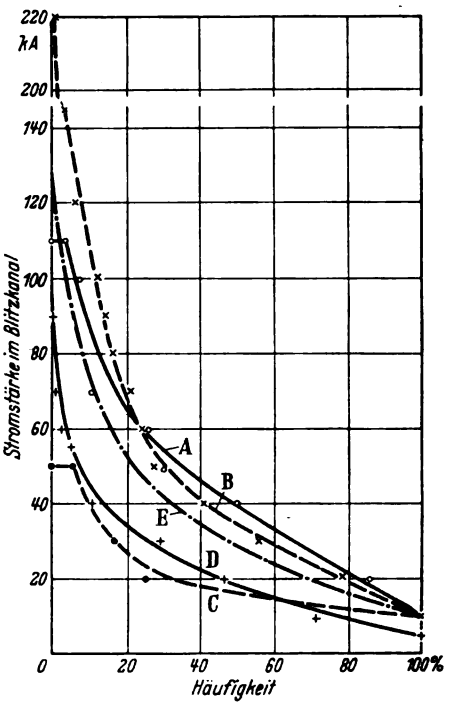
Abb. 7. Einbaustellen von Stahlstäbchen an Blitzauffangstange, Erdseil, Auslegern, Masteckeisen und am Vierstrahlerder eines Gittermastes.

im gleichen Bereich, wie er bei den deutschen Messungen festgestellt worden ist[3 ··· 9]). In einer Arbeit werden folgende gemessenen Höchstwerte von Mastströmen angegeben[3]):

Betriebsspannung der Leitung kV	größte Maststromstärke kA	vermutliche Stromstärke im Blitzkanal kA
220	54	109
220	72	180
132	100	220
66	132	156

In den Masten der 220 kV-Leitung Wallenpaupack—Siegfried lagen 66 % aller von 1933 bis 1935 gemessenen Mastströme unter 10 kA und nur 11 % über 30 kA; die höchste Maststromstärke war 55 kA[4]).

Abb. 8 enthält Kurven der Häufigkeitsverteilung für Stromstärken im Blitzkanal, und zwar unterscheiden sich die einzelnen Kurven durch die Art der Ermittlung der



A errechnet aus den Erdseilströmen
B Summe der Stromstärken in mehreren benachbarten Masten
C gemessen an Auffangstangen auf der Mastspitze
D Ströme in einzelnen Masten
E Mittel der Kurven *A* bis *C*

Abb. 8. Häufigkeitsverteilung von Stromstärken im Blitzkanal nach Messungen von 1933 bis 1936.

Stromstärke[6]). Die hohen Werte über 150 kA sind danach ziemlich selten. Es wird angegeben, daß etwa 10 % der gemessenen Werte in den Bereich zwischen 70 und 100 kA fallen. Zum Vergleich seien einige Zahlen aus den deutschen Messungen angegeben. Von rd. 700 erfaßten Blitzeinschlägen lag bei 74 % die Stromstärke im Blitzkanal unter 40 kA, nur 25 Blitzschläge (3 %) wiesen Stromstärken über 100 kA auf. Bei 10 Blitzeinschlägen muß ein höherer Strom als 140 kA angenommen werden.

Digitized by Google

Erdungsfragen.

Im engen Zusammenhang mit den Stahlstäbchenmessungen stehen die Erdungsfragen, denen auch in den V. S. Amerika ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird[4 ··· 9]). Die Notwendigkeit, für ausreichend niedrige Masterdungswiderstände zu sorgen, wird allgemein anerkannt. In den Aufstellungen über die mit Stahlstäbchen gemessenen Maststromstärken sind jeweils auch die mit der Meßbrücke gemessenen Erdungswiderstände sowie die errechneten Stoßspannungen angegeben, auf welche die Masten im Augenblick des Stoßstromdurchganges gegenüber den Leiterseilen gekommen sind. Bemerkenswert an diesen Aufstellungen ist, daß sie auch Fälle enthalten, in denen die Stoßspannung des Mastkopfes nicht zum rückwärtigen Überschlag ausreichte, in denen es aber doch zu Überschlägen gekommen ist. Bisher sind bei den deutschen Messungen solche ungeklärten Fälle nur bei Leitungen bis etwa 50 kV Betriebsspannung vereinzelt festgestellt worden. Die amerikanischen Fälle dieser Art, die ebenfalls nur vereinzelt vorzukommen scheinen, stammen aber auch aus Leitungen für 132 und 220 kV Betriebsspannung[4 ··· 6]). Auffallenderweise wird in den Veröffentlichungen auf die Aufklärung solcher Überschläge nicht weiter eingegangen.

In V. S. Amerika werden für die Masterdungen hauptsächlich Vierstrahlerder oder durchgehende Bodenseile verwendet[4 ··· 9]). In Abb. 9 sind einige Beispiele solcher Oberflächenerder, ihre Abmessungen und Bezeichnungen zusammengestellt. Bemerkenswert ist die Feststellung, die an Leitungsabschnitten mit durchgehendem

o Einbaustellen für Stahlstäbchen
LR Leitungsrichtung
A gleichmäßiger Vierstrahlerder (symmetrical radial counterpoise)
B, C ungleichmäßiger Vierstrahlerder (unsymmetrical radial counterpoise)
D (durchgehendes) Bodenseil (continuous counterpoise)
Zahlen: Maße in Meter

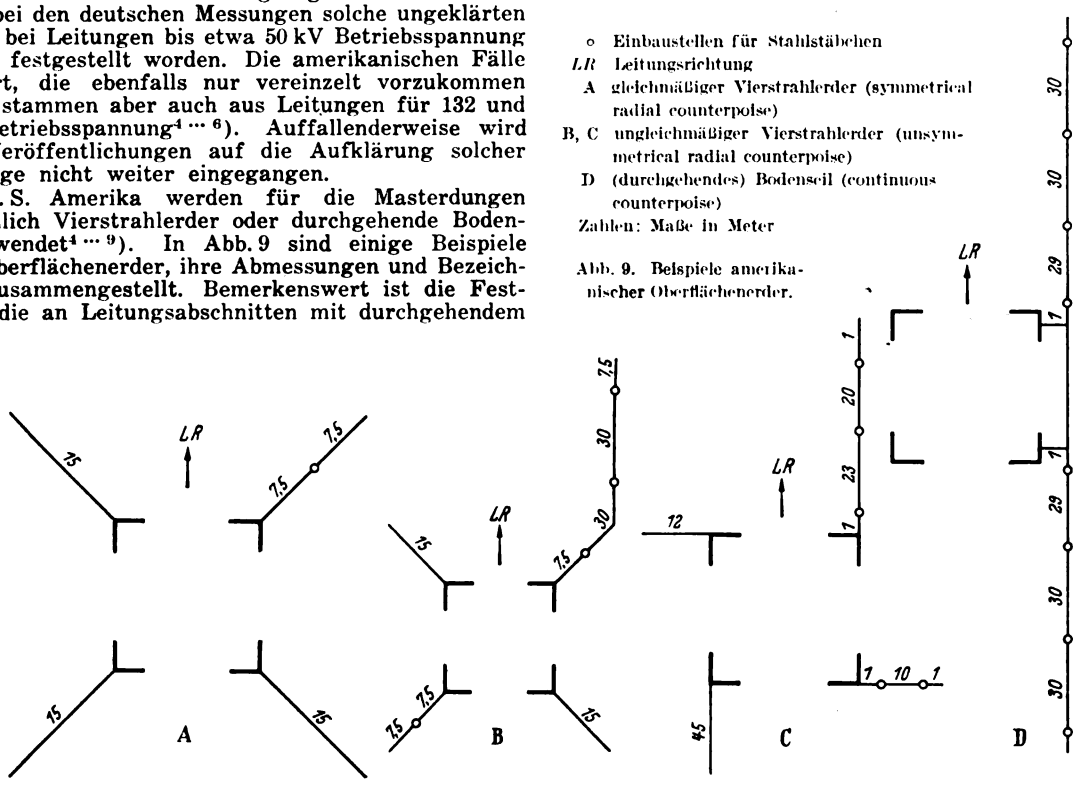


Abb. 9. Beispiele amerikanischer Oberflächenerder.

Bodenseil gemacht worden ist, daß der Strom im Bodenseil noch in ziemlicher Entfernung von der Einschlagstelle nicht merklich abgenommen hat[4]). Das wird als Beweis für die günstige Wirkung des Bodenseils angesehen, weil es eine hohe Stromdichte an den Masterdungen verhindert[4, 9]).

Bei den deutschen Messungen an Leitungsabschnitten mit durchgehendem Bodenseil hat sich etwas Ähnliches ergeben, daß nämlich der Strom im Erdseil über verhältnismäßig viele Spannfelder ohne nennenswerte Abnahme der Stromstärke weiterfließt. Es dürfte sich hier vielleicht um eine Wechselwirkung zwischen den Stromwellen im Erd- und im Bodenseil handeln, welche durch die verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen in den beiden Seilen zustandekommen könnte. Im Gegensatz zu der amerikanischen Schlußfolgerung könnte man auch schließen, daß das Bodenseil dem Strom eine so gute Bahn darbietet, daß er schwer ins umgebende Erdreich abfließt. Der Zweck einer Erdung sollte aber doch sein, den Strom so schnell wie nur möglich nach Erde abzuleiten.

An Leitungen, deren Masten Vierstrahlerder haben, und zwar nach Abb. 7 und 9C zwei Strahlen von 12 m und zwei Strahlen von 45 m Länge (Eingrabetiefe 50 cm), sind durch eingebaute Stahlstäbchen die Ströme in den ungleichlangen Strahlen gemessen worden. Dabei hat sich ergeben, daß die abgeleiteten Stromanteile ungefähr im umgekehrten Verhältnis der Strahllängen stehen[5, 7]) (was nicht verwunderlich ist, weil ja die Erdungswiderstände der Strahlen bei gleichmäßigem Boden im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Länge stehen). Es sind aber auch Stromverteilungen festgestellt worden, die davon abweichen.

Erdseilschutz.

Recht aufschlußreiche Angaben werden über den Erdseilschutz einer 220 kV-Leitung gemacht[4]), bei der ein Abschnitt von 60 km Länge kein Erdseil und ein 40 km langes Stück zwei Erdseile hat. In dem Abschnittt ohne Erdseil sind in den 10 Jahren, über welche sich die Erhebungen erstrecken, an 325 Masten Überschläge mit 108 Leitungsauslösungen vorgekommen. In dem nur 25 % kürzeren Leitungsteil mit zwei Erdseilen sind dagegen nur an 13 Masten Überschläge und nur 4 Leitungsauslösungen gezählt worden. Zu diesen Zahlen kommen noch Überschläge an 37 Masten und 56 Leitungsauslösungen, über die nichts Näheres bekannt ist. In dem erdseillosen Leitungsabschnitt waren 71mal nur ein Leiter, 10mal zwei Leiter und 8mal drei Leiter übergeschlagen. Die sehr große Zahl der Überschläge an nur einem Leiter kann als Beweis dafür gelten, daß es sich hier hauptsächlich um Leiterseileinschläge handelt.

Auch die Angabe, daß nach dem Einbau von Stahlstäbchen in den meisten Fällen mit Überschlag nur an einem Leiter die abgeleitete Stromstärke gering gewesen ist, kann nach den deutschen Erfahrungen als ein Beweis dafür gelten, daß es sich hier um Leiterseileinschläge handelt.

In einer anderen Arbeit[5]) wird angegeben, daß nach den Feststellungen Erdseile die Zahl der Leitungsauslösungen im Verhältnis 20 : 1 herabsetzen.

Bei den 1936 begonnenen Messungen der Stromstärken in Erdseilen sind ganz in Übereinstimmung mit den nunmehr schon über vier Jahre gehenden deutschen Messungen in Erdseilen Ströme bis zu 60 kA gemessen worden. Daraus wird der Schluß gezogen, daß, wenn solche Stromstärken auch in Leiterseilen vorkommen, die Stromleitfähigkeit der Überspannungsableiter entsprechend vorgesehen werden muß[6]). Diese Überlegung ist aber nicht zutreffend. Die sehr hohen Stromstärken im Erdseil (nach den deutschen Messungen sind sogar Werte in der Größenordnung von rd. 100 kA möglich) kommen nur durch den wiederholten Rückwurf der Wellen an den Masterdungswiderständen zustande. Die Spannungswellen werden dabei abgebaut und die Stromwellen schaukeln sich auf. Da an Leiterseilen diese Rückwurfmöglichkeiten nicht bestehen (es sei denn, daß es zu Überschlägen kommt), sind auch derart hohe Stromstärken nicht zu erwarten. Immerhin sind im vergangenen Jahr bei den deutschen Messungen in zwei Leiterseilen Ströme von rd. 9 kA nachgewiesen worden.

Digitized by Google

Zusammenfassung.

Die Übersicht über die neuesten amerikanischen Arbeiten über Gewitteruntersuchungen zeigt in fast allen wichtigen Fragen eine erfreuliche Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen und Schlußfolgerungen der entsprechenden deutschen Gemeinschaftsarbeit der Elektrizitätswerke in der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen e. V. Erwähnenswert ist vielleicht noch, daß in den behandelten amerikanischen Arbeiten keine Kathodenstrahloszillogramme aus den letzten Jahren wiedergegeben sind, daß man sich vielmehr mehrmals auf die in den Jahren 1930 bis 1933 aufgenommenen Oszillogramme stützt. Ob man in den letzten Jahren keine Oszillogramme mehr erhalten hat oder ob keine Kathodenstrahloszillographen an den Leitungen mehr eingebaut waren, geht aus den Arbeiten nicht hervor. Sehr eingehend befaßt man sich dagegen neuerdings mit der photographischen Aufnahme von Blitzen, um Unterlagen über die Ausbildung der Entladungen zu erhalten. In Deutschland sind leider für solche Untersuchungen von Natur aus wenig günstige Voraussetzungen gegeben. Nach den vierjährigen Untersuchungen gibt es an Freileitungen kaum Stellen, von denen man mit Sicherheit sagen könnte, daß sie in jedem Sommer wieder von Einschlägen betroffen werden. Die Verhältnisse liegen offenbar in V. S. Amerika und auch in Südafrika, wo ja die ersten Untersuchungen dieser Art gemacht worden sind, wegen anderer klimatischer Verhältnisse und meteorologischer Bedingungen wesentlich günstiger.

Aus dem Schrifttum.

1. E. A. Evans u. K. B. Mc Eachron, The Thunderstorm; Gen. Electr. Rev. 39 (1936) S. 413.
2. K. B. Mc Eachron u. W. A. Mc Morris, The lightning stroke: Mechanism of discharge; Gen. Electr. Rev. 39 (1936) S. 487.
3. W. W. Lewis u. C. M. Foust, Lightning surges on transmission lines: Natural lightning; Gen. Electr. Rev. 39 (1936) S. 543.
4. E. Bell, Lightning investigation on a 220 kV-system — II; Electr. Engng. 55 (1936) S. 1306.
5. W. W. Lewis u. C. M. Foust, Lightning investigation on transmission lines — VI; Electr. Engng. 56 (1937) S. 101.
6. Ph. Sporn u. J. W. Gross, Lightning currents in 132 kV-lines; Electr. Engng. 56 (1937) S. 245.
7. W. W. Lewis, Protection of power lines against lightning; Electr. Engng. 56 (1937) S. 314.
8. L. V. Bewley, Protection of transmission lines against lightning: Theory and calculations; Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 180 u. 236.
9. W. W. Lewis, Protection of transmission lines against lightning: Operating practice and experience; Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 276 u. 314.
10. L. V. Bewley u. W. J. Rudge jr., Protection of stations against lightning; Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 363 u. 429.
11. M. Toepler, Verh. dtsch. phys. Ges. 9 (1907) S. 422.
12. M. Toepler, Meteor. Z. (1917) S. 225.
13. M. Toepler, Gewitter, Blitze und Wanderwellen auf Leitungsnetzen; Hescho-Mitt. (1936) S. 743.
14. M. Toepler, Blitzbildung und Blitzschläge; Ber. v. d. Sondertagung über Blitzschutzfragen des Verb. Sächsischer Elektrizitätswerke e. V. Dresden, 1932, S. 5.
15. A. Matthias, Fortschritte in der Aufklärung der Gewittereinflüsse auf Leitungsanlagen; Elektrizitätswirtsch. 25 (1926) S. 297.
16. A. Matthias, Bisherige Ergebnisse der Gewitterforschung der Studiengesellschaft f. Höchstspannungsanlagen e. V.; Elektrizitätswirtsch. 26 (1927) S. 2.
17. A. Matthias, Gewittereinflüsse auf Leitungsanlagen; ETZ 48 (1927) S. 1477.
18. A. Matthias, Gewitterforschung und Blitzschutz; Gesamtber. 2. Weltkraftkonferenz Berlin 14 (1930) S. 518.
19. B. Koetzold, Wetterberatung bei der Betriebsführung großer Hochspannungsnetze; ETZ 51 (1930) S. 1189.
20. ETZ 57 (1936) S. 43.
21. B. F. J. Schonland u. H. Collens, Progressive lightning; Trans. S. Afric. Inst. electr. Engrs. 15 (1934) Teil 6, S. 124.
22. B. F. J. Schonland u. H. Collens, Proc. roy. Soc. Lond. 143 (1934) Reihe A, S. 654.
23. B. F. J. Schonland, D. J. Malan u. H. Collens, Progressive lightning — II.; Proc. roy. Soc. Lond. 152 (1935) Reihe A, S. 595.
24. E. C. Halliday, On the propagation of a lightning discharge through the atmosphere; Phil. Mag. 15 (1933) Reihe 7, S. 409.
25. H. Grünewald, Die Messung von Blitzstromstärken an Blitzableitern und Freileitungsmasten; ETZ 55 (1934) S. 505.

Hochfrequente Ausgleichvorgänge bei Betriebs- und Fehlerschaltungen in Drehstrom-Hochspannungsnetzen*).

621. 316. 5. 064 : 621. 311. 1. 025. 3

Bei Schalthandlungen in Drehstromnetzen wird der Übergang zwischen den beiden Schaltzuständen durch hochfrequente Ausgleichschwingungen (bis 100 000 Hz und mehr) ausgeführt. Die Ausgleichvorgänge bleiben nicht auf jeden Leiter allein beschränkt, sondern erstrecken sich auf das gesamte Netz, da die Leiter über die Wicklungen von Umspannern oder Maschinen leitend miteinander verbunden sind, außerdem besteht über die Umspanner eine magnetische Kopplung mit anderen Netzteilen. Die allgemeine Berechnung auf Grund der Schaltgesetze stimmt grundsätzlich mit den Ergebnissen zahlreicher Versuche in Drehstrom-Hochspannungsnetzen von 5 bis 220 kV Betriebsspannung überein. Es ergeben sich gewisse Grundformen der Schwingungskreise, die bei allen Schaltungen in mehr oder weniger abgewandelter Form wiederkehren. In quasistationären Schwingungskreisen lassen sich die sinusförmigen Ausgleichvorgänge aus linearen Differentialgleichungen berechnen, bei räumlich ausgedehnten Netzen, z. B. großen Freileitungsnetzen, müssen die Vorgänge wanderwellenmäßig betrachtet werden. Die bei den Ausgleichvorgängen wirksamen Kapazitäten und Induktivitäten sind für verschiedene Anlageteile teils berechnet und teils durch Messungen bestimmt worden[1]).

Schalten leerlaufender Leitungen: Je nach dem Schaltzustand der Sammelschiene und des mit ihr unmittelbar verbundenen Netzes verlaufen die Ausgleichvorgänge während der Abschaltung verschiedenartig. Wird eine Leitung von einer sonst leeren Sammelschiene abgeschaltet, so können beim Wiederzünden einzelner Leiter an den bereits offenen Schalterkontakten sehr hochfrequente Schwingungen mit großen Spannungsausschlägen auftreten, die zum Wiederzünden zwischen diesen offenen Schalterkontakten führen können. Gehen von der Sammelschiene noch weitere Leiter ab, so werden durch die größeren Kapazitäten die Frequenzen der Ausgleichvorgänge niedriger. Beim Wiederzünden treten aber zunächst die wanderwellenartigen Ausgleichvorgänge auf den Leitern hervor; diese können sogar allein den weiteren Verlauf der Abschaltung bestimmen.

Schalten leerlaufender Umspanner: Beim Abschalten von Umspannern treten Ausgleichvorgänge nur im abgeschalteten Teil, also am Umspanner selbst auf. Hohe Ausgleichspannungen werden verursacht durch das Unterbrechen der Ströme vor oder nach den Nulldurchgängen infolge des Ausschwingens der magnetischen Energie des Umspanners, die sich dabei in elektrische Energie umsetzt.

Ausgleichvorgänge bei Erdschluß: Die Vorgänge auf dem erdgeschlossenen Leiter sind im allgemeinen kurz nach Eintritt des Erdschlusses wanderwellenartig zu betrachten, während das Einschwingen der gesunden Leiter in ihren neuen Zustand häufig mittels eines quasistationären Ersatzkreises betrachtet werden kann. Erdschlußlöscheinrichtungen beeinflussen die Ausgleichvorgänge nur unwesentlich. Aus dem Verlauf der Wanderwellen auf dem erdgeschlossenen Leiter kann man bei einfachen Leitungsgebilden, in denen außer der Erdschlußstelle nur noch zwei weitere Reflexionsstellen für die Wanderwellen vorhanden sind, den Erdschlußort ermitteln. Bei großen Netzen mit zahlreichen Verzweigungspunkten und angeschlossenen Umspannern ist eine genaue Bestimmung auf diese Weise nicht mehr möglich.

Einschwingvorgänge beim Abschalten von Kurzschlüssen: Für den ersten Anstieg der wiederkehrenden Spannung sind vor allem die Netzteile in unmittelbarer Nähe der Kurzschlußstelle maßgebend. Dabei ergibt sich die höchste Frequenz des Einschwingvorganges durch die Aufladung der Kapazität der Netzteile an der Kurzschlußstelle über die zunächst liegende Induktivität aus der nach dem Stromerzeuger zu liegenden nächst größeren Kapazität. Der Ausschlag dieser Schwingung hängt aber vom Spannungsabfall des Kurzschlußstromes an der Induktivität und somit von der Größe des Kurzschlußstromes selbst ab. Bei großen Kurzschlußströmen kann somit u. U. die Spannung viel langsamer wiederkehren als bei kleineren Strömen. In Netzen mit langen Leitungen verlaufen infolge der räumlichen Verteilung der wirksamen Induktivitäten und Kapazitäten die Einschwingvorgänge wanderwellenartig. Die wiederkehrende Spannung nach dem Abschalten eines Kurzschlusses am Ende einer langen Leitung steigt zunächst gleichmäßig an entsprechend dem Verlauf der Spannung längs der Leitung kurz vor dem Abschalten des Kurzschlusses, dann erst wird der Spannungsanstieg durch die weitere Aufladung der Leitung von den Stromerzeugern her steiler. Bei großen Kurzschlußströmen kann sich dadurch eine günstige Beanspruchung des Schalters ergeben, denn die Schaltstrecken können leichter ihre elektrische Festigkeit wiedergewinnen. *eb.*

*) H. Baatz, Dissertation T. H. Berlin 1937.

Digitized by Google

Zum Prinzip der Widerstandsverfahren der Funkmutung.

Von Volker Fritsch VDE, Brünn.

621. 396 : 550. 8

Übersicht. Das sogenannte Ersatzkapazitätsverfahren wird angegeben, und es wird untersucht, ob seine Ergebnisse unter den praktisch in Betracht kommenden Voraussetzungen nicht zu unrichtigen Mutungen Anlaß geben können.

In der Funkmutung[1]) unterscheiden wir zwischen den Ausbreitungs- und Widerstandsverfahren. Von der ersten Gruppe wurde das wichtigste, das Absorptionsverfahren, an dieser Stelle schon besprochen[2]). In den folgenden Zeilen soll daher der Grundgedanke der Widerstandsverfahren kurz erörtert werden. Dieses Meßverfahren ist im übrigen nicht nur für die Funkgeologie, sondern auch für andere Zweige der Elektrotechnik wichtig.

Im allgemeinen kommt man mit den üblichen Meßverfahren der Hochfrequenztechnik aus. Die Funkgeologie bedient sich jedoch oft aus praktischen Gründen des in Abb. 1 dargestellten vereinfachten Verfahrens, das daher besprochen werden soll.

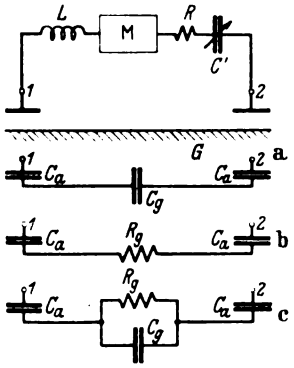


Abb. 1.

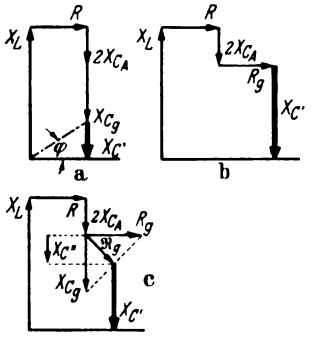


Abb. 2.

Dicht über dem zu untersuchenden Untergrunde werden die Antennen mit der Kapazität C_a verspannt. In die Zuleitung werden die Kapazität C', die Spule L und der Widerstand R eingeschaltet[3]). M ist das Meßgerät. Durch Verstellen von C' wird der ganze Kreis auf Resonanz abgestimmt. Am Meßgerät M kann der Eintritt der Resonanz festgestellt werden. Die im Untergrunde enthaltenen geologischen Leiter können durch eine Kapazität C_g, einen komplexen Widerstand, bestehend aus $\frac{1}{\omega C_g}$ und R_g, oder einen wahren Widerstand R_g dargestellt werden. Resonanz tritt ein, wenn der Phasenwinkel Null wird (Abb. 2). Im Falle a und b treten nun keinerlei besondere Schwierigkeiten auf[4]). Hier ist:

$$X_{C'} = X_L - 2X_{C_A} - X_{C_g} \quad \text{bzw.} \quad X_{C'} = X_L - 2X_{C_A},$$

wenn man setzt:

$$X_C = \frac{1}{\omega C}.$$

Mißt man Strom und Spannung, so erhält man im Resonanzfalle:

$$R_g = \frac{U}{I_{res}} - R.$$

Anstatt die Spannung zu bestimmen, kann man in bekannter Weise durch Änderung von R den Widerstand R_g substituieren.

In den meisten Fällen ist aber der unter c gezeichnete Fall gegeben. Für diesen gilt im Resonanzfalle

$$X_{C'} = X_L - 2X_{C_A} - X_{C''}.$$

$X_{C''}$ kann aber durch verschiedene Werte von R_g und X_{C_g} bestimmt sein. Das Ergebnis ist somit vieldeutig. Es muß daher untersucht werden, ob diese Vieldeutigkeit das Ergebnis der Funkmutung entstellend beeinflussen kann. In Abb. 3 sehen wir, daß dem gleichen Werte von $X_{C''}$ ganz verschiedene Resultierende *I, II, III* . . . entsprechen können. Diesen können wieder ganz verschiedene Werte von R_g und X_{C_g} zugeordnet sein. Wir können nun die auf *I, II, III* . . . senkrecht stehenden Geraden *I', II', III'* . . . als Abrollende der Kurve K auffassen. Man kann daher zu jedem Werte C'' eine Kurve zeichnen. Jede Tangente an diese Kurve schneidet dann an den beiden Achsen die zugehörigen Stücke von R_g und X_{C_g} ab. In Abb. 4 sind für mehrere Werte von $X_{C''}$ die entsprechenden Kurven gezeichnet. Um daher aus dem gemessenen Werte von C'' mit Hilfe einer solchen Tafel den Wert R_g oder X_{C_g} zu bestimmen, muß man den anderen Wert, also X_{C_g} bzw. R_g kennen oder schätzen können. Im natürlichen Falle wird nun fast immer einem steigenden R_g auch ein steigendes X_{C_g} und somit ein steigendes $X_{C''}$ entsprechen. Es ist daher in qualitativer Hinsicht kein Fehlschluß möglich. Quantitativ ist ein solcher aber

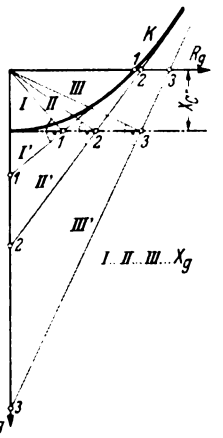


Abb. 3.

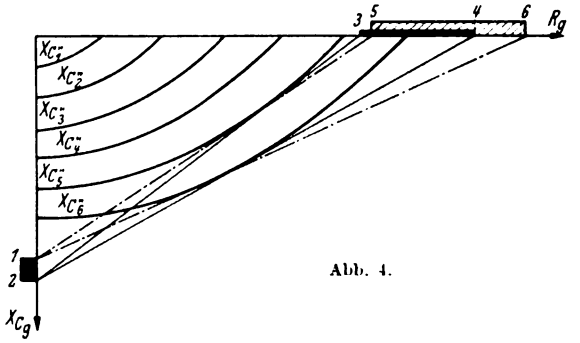


Abb. 4.

nicht ausgeschlossen. In Abb. 4 sieht man, daß z. B. bei $X_{C_{g_1}}$ einer Schwankung um eine C''-Stufe die R_g-Schwankung $\overline{5\,6}$, bei $X_{C_{g_2}}$ dagegen die R_g-Schwankung $\overline{3\,4}$ entspricht. In dieser Hinsicht wären also Fehler möglich. Nun muß man aber beachten, daß die Schwankung von C_g gegenüber jener von R_g wenigstens bei den hier in Betracht kommenden Frequenzen und bei unseren Böden und meteorologischen Voraussetzungen gering sein werden. Die Schwankung auf der X_{C_g}-Achse wird also keine allzu großen Werte erlangen, und daher wird C'' in den praktisch in Betracht kommenden Fällen in der Regel genügend genaue Schlüsse auf Veränderungen des Raumwiderstandes gestatten. Das hier skizzierte Verfahren kann also zu Zwecken der praktischen Funkmutung Anwendung finden. Schwierigkeiten werden nur dort bestehen, wo die Schwankungen von X_{C_g} gegenüber R_g vergleichbare Werte aufweisen. Solche Fälle kommen indessen bei uns ziemlich selten vor. Aber auch dann wird das Verfahren in der Regel eine brauchbare Funkmutung er-

[1]) Volker Fritsch, ETZ 57 (1936) S. 857 und Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 621. — Unter Funkmutung ist nicht eine „Mutung" im bergbaulichen Sinne zu verstehen!

[2]) Volker Fritsch, ETZ 57 (1936) S. 1204.

[3]) Bei bestimmten Messungen liegt C' parallel zur Antenne zwischen *1* und *2*.

[4]) Über die Antennenkapazität C_a und deren Bestimmung habe ich in einer anderen Arbeit bereits das erforderliche mitgeteilt. Siehe Beitr. angew. Geophys. 5 (1936) S. 383.

Digitized by Google

möglichen, da es sich ja in solchen Fällen weniger um die Ermittlung absoluter Werte als um die Feststellung von geologischen Leitern handelt, die sich in ihren elektrischen Eigenschaften von der Umgebung unterscheiden. Diese Feststellung ist aber auf jeden Fall möglich. Der Wert C'' wird im Schrifttum oft in einfache Beziehung zur „Antennenkapazität" gebracht. Dies ist nur im besonderen Falle möglich. Aus diesem Grunde wird die Bezeichnung „Ersatzkapazität" vorgeschlagen.

Zusammenfassung.

Die Arbeit zeigt, daß das sog. Ersatzkapazitätsverfahren, trotzdem es streng genommen nicht eindeutige Meßergebnisse liefern kann, für die Zwecke der Funkmutung im allgemeinen ausreicht. Schwierigkeiten treten nur dann ein, wenn die DK-Änderungen des Untergrundes gegenüber den ohmschen Widerstandsänderungen einen bestimmten Wert überschreiten. Auch dann sind aber Fehlschlüsse nur in quantitativer Hinsicht möglich.

Die elektrischen Anlagen im Deutschen Pavillon auf der Weltausstellung in Paris 1937.

621. 3 (064)

Die elektrischen Anlagen des Deutschen Pavillons verdienen erwähnt zu werden, weil bei der Erstellung ein für deutsche Verhältnisse ungewöhnliches Stromsystem vorhanden war, die französischen Bau- und Installationsvorschriften beachtet und die Anlage in der kurzen Zeit von 7 Wochen entworfen und in der Werkstatt vorbereitet und in weiteren 8 Wochen fertiggestellt werden mußte. Das Städtische Elektrizitätswerk in Paris liefert Zweiphasen-Wechselstrom von 2×12 kV und 50 Hz. Diese Spannung wird mit 2 Einphasen-Ölumspannern in eine Spannung von $2 \times 230/115$ V mit Nullpunkt in der Mitte umgewandelt. Es ist also ein Fünfleiternetz vorhanden, an welches die Motoren zwischen 2 Phasen an 230 V und die Glühlampen zwischen einer Phase und Null an 115 V angeschlossen sind.

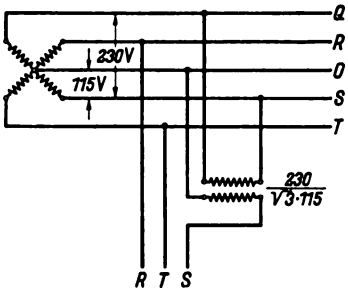


Abb. 1. Zweiphasennetz mit Schaltung eines Scott-Umspanners.

Die Installationsanlage wurde in 3 Gruppen unterteilt, u. zw.: 1. allgemeine Beleuchtungsanlage mit der Not- und Panikbeleuchtung, 2. Außenbeleuchtung, 3. Kraftanschlüsse. Der Anschlußwert der allgemeinen Beleuchtung beträgt rd. 320 kVA. Als Hauptverbraucher sind hier die 12 Kronleuchter in der Halle zu nennen, von denen jeder mit 192 Glühlampen je 60 W bestückt ist. Die Außenbeleuchtung wurde mit einem Anschlußwert von rd. 140 kW und die Kraftanschlüsse mit etwa 300 kVA ausgeführt. Als Kraftanschlüsse sind zu nennen: 3 Personenaufzüge, 2 Speiseaufzüge, 15 Lüfter, 1 Luftkompressor, mehrere Heißwasserspeicher, Küchenmotoren, Fernsehgeräte, die Klimaanlage im Lichtspieltheater und die Anschlüsse für die Aussteller.

Die eingebauten zwei Hochspannungsumspanner haben eine Leistung von je 300 kVA und sind kurzzeitig überlastbar. Die Niederspannungsschaltanlage besteht aus einer elffeldrigen Stahlbinderschalttafel, auf der alle für die abgehenden Hauptleitungen notwendigen Schaltgeräte und die Sicherungen untergebracht sind. Bei Stromstärken von 200 A bis 1500 A wurden dreipolige Selbstschalter mit Druckluftantrieb, nicht verzögerten Überstromauslösern und Spannungsauslösern eingebaut. In den Fällen, wo fünfpolige Schalter notwendig waren, wurden 2 dreipolige Schalter in der Druckluftbetätigung parallel geschaltet. Für die abgehenden Stromkreise sind geschlossene Schutzschalter zur Betätigung durch Druckknöpfe und geschlossene Hebel- und Drehschalter verwendet. Da durchweg nur deutsche Erzeugnisse in der Anlage eingebaut sind und die Kraftverbraucher in der Hauptsache mit Drehstrommotoren ausgerüstet wurden, mußte auf diese für unsere deutschen Verhältnisse üblichen Antriebsmotoren Rücksicht genommen werden. Auch die Aussteller verlangten Drehstrom. Daher wurden für diese Verbraucher 3 Einphasen-Ölumspanner mit einem Übersetzungsverhältnis $\frac{230}{\sqrt{3} \cdot 115}$ nach der Scott-Schaltung aufgestellt (Abb. 1), die das Fünfleiternetz in Drehstrom 3×230 V umwandeln. Die Drehstromleistung beträgt insgesamt 3×140 kVA.

Der Anschluß erfolgte möglichst an zwei Phasen und Null. Bei größeren Stromverbrauchern wurden die fünf Leiter durch 2 getrennte Dreileiterkabel herangeführt. Dies geschah deshalb, um in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit keine fünfadrigen Kabel anfertigen zu müssen. Als Unterverteilungen sind STAB-Verteilungen mit Sicherungselementen und Drehschalter eingebaut worden. Für die Stromkreise wurde in der Hauptsache Peschelrohr verlegt. An den Stellen, wo die Leitungen über dem Fußboden oder an feuchten Stellen, wie z. B. auf dem Dachboden, untergebracht werden mußten, wurde Stahlrohr ohne Isoliereinlage benutzt. Das Leitungsmaterial besteht aus NGA-Leitungen. Die Hauptbeleuchtungskörper in der Halle werden von der Niederspannungsschalttafel und die übrigen Beleuchtungsstromkreise von der zugehörigen STAB-Verteilung oder örtlich geschaltet.

Die Beleuchtung der großen Vorhalle ist nach den Angaben von Herrn Prof. Brinkmann, Bremen, mit 182 Osram-Linestra-Röhren je 100 W und noch je 4 Eckleuchten mit Steilstrahlern ausgeführt worden. Auch das im Untergeschoß der hinteren Halle eingebaute Lichtspieltheater erhielt eine derartige Beleuchtung mit 47 Linestra-Röhren, von denen 29 für die Bühnenumrahmung bestimmt sind. Die Regelung der Helligkeit der Zuschauerraumbeleuchtung geschieht mit einem Bühnen-Wechselstrom-Ringregler (Abb. 2) mit 2 Regelarmen für 2 Regelstromkreise. Der eine Regelarm ist für die Bühnenumrahmung und der andere für die Hauptbeleuchtung bestimmt. Die Hebelarme werden mit Hilfe von Seilzügen vom Bildwerferraum aus bewegt. Die an der Beleuchtungsanlage des Lichtspieltheaters anschließenden Fernsehräume werden mit Gleichstrom gespeist, um die bei Wechselstrom auftretenden Störungen für die Fernsehapparate zu vermeiden. Für die Gleichstromerzeugung dient ein in der hinteren Halle aufgestellter rotierender Umformer mit einer Leistung von 9 kW.

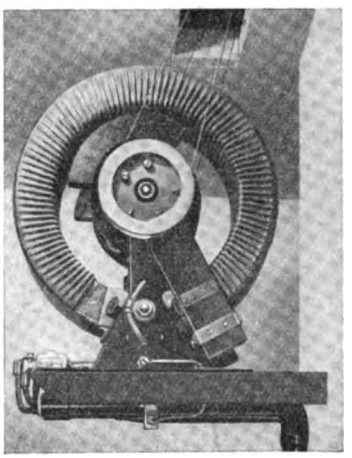


Abb. 2. Bühnen-Wechselstrom-Ringregler.

Die Außenbeleuchtung wurde von einer deutschen Firma nach den Angaben des Außenarchitekten Herrn Prof. Speer ausgeführt. Die Ausstellungsleitung verlangte, die Außenbeleuchtung aller Ausstellungsgebäude während der Seine-Lichtfeste vom Eiffelturm aus abschalten zu können, damit die Wasserspiele voll zur Wirkung kommen. Dies geschieht durch eine Relaissteuerung.

Erwähnt sei noch die Anleuchtung der beiden Fahnen auf dem Dache mit je 3 Flutlichtscheinwerfern mit eingebauten Glasstreuspiegeln. Auf der Rückseite des Hauses wurde eine Superlux-Leuchtröhrenschrift „Deutschland" mit dem Hakenkreuzzeichen angebracht. Die Buchstaben „Deutschland" sind 1,5 m hoch, das Hakenkreuz hat 4,40 m Dmr. Schrift und Zeichen bestehen aus 50 Leuchtröhreneinheiten mit einer Gesamtrohrlänge von 77 m. Für den Betrieb wird eine Spannung von 6000 V verwendet. Die Gesamtleistung beträgt 21 kVA. Die Leuchtschrift stellt die letzte Spitzenleistung der Lichttechnik dar. Die Farbe des Lichtes ist nahezu weiß und die Lichtausbeute beträgt rd. 40 lm/W. Alfred Kolbe, Berlin.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 11 : 621. 316. 722 **Spannungshaltung in Niederspannungsnetzen.** — In einer Aussprachеversammlung behandelte der Schweizer Elektrotechnische Verein die Frage der Spannungshaltung, insbesondere für Niederspannungsnetze. Neben einer kurzen Erläuterung der physikalischen Gesetze werden die Auswirkungen von symmetrisch und unsymmetrisch belasteten Drehstromnetzen auf den Spannungsabfall gezeigt. Anschließend an eine Aufzählung der Mittel zur Spannungsregelung sind allgemein gültige Grundsätze für den Einbau von Spannungsreglern aufgestellt. Der Aufsatz erläutert sodann die praktischen Auswirkungen auf ein Stadtnetz durch Anwendung von Gesamt-, Teil- und Einzelnetzregelung wie auch durch Einsatz von Kondensatoren und durch Netzschließungen. Weiter ist von einem Überlandnetz die Rede, das die Regelung in den Hauptspeisepunkten mittels Stufentransformatoren und Drehregler vornimmt, während von der Regelung im Niederspannungsnetz kein Gebrauch gemacht wird. Der Fall einer zusätzlichen Regelung durch Kondensatoren wird mitgeteilt. Als Gegensatz zu den Schweizer Verhältnissen wird der Einfluß der Netzgestaltung auf das Problem der Spannungshaltung an Hand des bekannten Zweispannungs-Niederspannungsmaschennetzes der New York Edison Co. gezeigt. Bemerkenswert ist eine Zusammenstellung über die Ergebnisse einer Rundfrage bei 35 Elektrizitätswerken, die über die gebräuchlichsten Arten der Spannungsregelung, der eingebauten Regler nebst Antrieben und Ansprechorganen sowie über die aufgetretenen Spannungsschwankungen und die Einstellung der Regleransprechempfindlichkeit Aufschluß gibt. Als Grenze für langsame Schwankungen werden für Stadtnetze $\pm$ 4%, für Überlandnetze etwas höhere Werte zugelassen, für rasche Schwankungen werden 1 bis 2% genannt. Die Ansprechempfindlichkeit für automatische Regelung soll zweckmäßig 1,5 bis 1,75% für Stufentransformatoren und 0,5 bis 0,75% für Drehregler betragen.

Ein weiterer Teil des Berichtes ist den Auswirkungen der Spannungsschwankungen auf die angeschlossenen spannungsempfindlichen Geräte gewidmet. Für Glühlampen wird auf den bekannten Einfluß auf Lichtstrom- und Temperaturänderung eingegangen und zur Wirtschaftlichkeitsfrage auf die starke Abhängigkeit der Glühlampenlebensdauer von Spannungshöhe und -schwankungen hingewiesen. Die Frage der Auslegung der Lampen für 200, 225 oder 230 V wird eingehend erörtert und an einer Häufigkeitskurve gezeigt, daß nicht die äußersten Spannungswerte, sondern die Häufigkeit der Spannungshöhe als Maßstab für die Lebensdauer der Glühlampen gewertet werden muß. Für die Bemessung von Kochplatten als wichtigsten thermischen Geräts ist zu berücksichtigen, daß z. B. dauernde Überspannungen von 10% eine Erhöhung der Kochplattentemperatur von 50 bis 100° C und eine Verkürzung der Heizleiterlebensdauer von 30 bis 40% ergeben. An Hand mehrerer Bilder werden die Einwirkungen derartiger Übertemperaturen auf Heizleiter veranschaulicht.

Neben Beschreibungen der bekannten Stufentransformatoren und Drehregler ist ein Regler zu erwähnen, der ähnlich einem Drehspulgerät durch Änderung des magnetischen Flusses einer Drehspule wirkt, die im Felde eines festen Magnetkörpers gedreht wird. Über einen Niederspannungsregler (Ausführung bis 500 kVA) wird berichtet, der von einem als Stufenspannungsteiler geschalteten Spartransformator bzw. einem Hilfsdrehregler erregt wird. Weiterhin werden Angaben über einen Regeltransformator mit stufenloser Regelung (30 bis 400 kVA Durchgangsleistung) gemacht, bei dem ein Rollenstromabnehmer über die blanke Windung der Sekundärwicklung gleitet. Den Schluß des Versammlungsberichtes bildet eine ausführliche Aussprache zu den verschiedenen Ausführungen der Einzelberichter. [Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) H. 11; 38 S., 72 Abb.] *Sch.*

Elektrische Maschinen.

621. 313. 1 : 620. 1 **Leichtmetallmotor.** — Auf Veranlassung des Amtes für deutsche Roh- und Werkstoffe wurde ein Elektromotor hergestellt, der in weitgehendem Maße Leichtmetalle verwendet. Die vom Amt gestellte Aufgabe war in erster Linie die, Magnesium als das einzige rein deutsche Leichtmetall zu verwenden. Es steht in Form von leicht verhüttbaren Mineralien in so großer Menge zur Verfügung, daß der gesamte Bedarf auch bei noch so stürmischer Entwicklung des Verbrauches leicht gedeckt werden kann.

Durch die Verwendung von Magnesiumlegierungen für die inaktiven Teile elektrischer Maschinen erreicht man:

1. bei gleichen Leistungen bedeutende Gewichtsersparnisse und damit schwächere Fundamente und sonstige Tragwerke und Senkung der Fracht- bzw. Zollkosten,
2. Eisenersparnis bei gleicher Gewichtsverminderung wie bei Motoren mit Blechgehäusen auch schon bei kleineren Motoren,
3. infolge der größeren Wärmeleitfähigkeit der Magnesiumlegierungen gegenüber Eisen eine bessere Wärmeabfuhr aus dem Innern der Maschine; die aktiven Werkstoffe (Kupfer und Dynamobleche) werden dadurch besser ausgenutzt, bzw. das Gewicht wird bei gleicher Leistung geringer.

Da die Magnesiumlegierungen sich spanabhebend ebenso leicht wie hartes Holz verarbeiten lassen, sind die Verarbeitungskosten im Vergleich zu Eisen erheblich geringer, der Mehrpreis des Magnesiums gegenüber Eisen wird dadurch praktisch aufgehoben, so daß Preisgleichheit zwischen Leichtmetallmotor und den bisher üblichen Motoren erreicht wird. Die Verringerung des Leistungsgewichtes hat eine besondere Bedeutung für den Fahrzeugbau: Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit bzw. Erhöhung der Nutzlast ist durch Einbau des Leichtmetall-Elektromotors möglich, da er bei gleichem Platzbedarf mehr leistet.

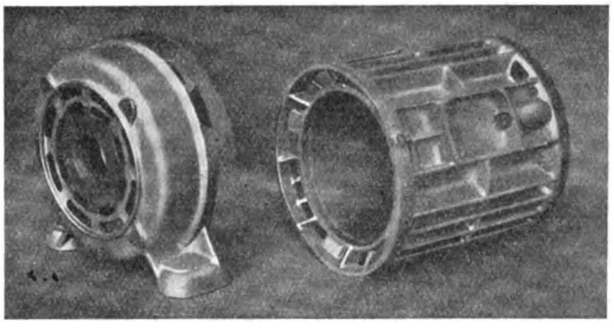


Abb. 1. Lagerschild und Gehäuse aus Magnesiumlegierung.

Die Berührung von Metallen verschiedener Spannungswerte ist durch konstruktive Maßnahmen vermieden. Feuersgefahr besteht nicht, da die Wärmeleitfähigkeit so groß ist, daß Wärme rasch abgeführt wird. Die Lichtbogensicherheit ist ebenso groß wie bei anderen Bauelementen des Elektromaschinenbaues z. B. der Isolation von Wicklungen. Auftretende Lichtbogen können mit der heutigen Sicherungstechnik kurzzeitig abgeschaltet werden.

Entwickelt wurde ein tropfwassergeschützter Drehstrommotor mit 4,4 kW und ein geschlossener mantelgekühlter Drehstrommotor mit 3 kW; beide für 380 V ($\triangle$), 50 Hz, 1400 U/min. Die beiden Motoren sind jetzt in der Ausstellung „Schaffendes Volk" in Düsseldorf ausgestellt. Sie besitzen Kurzschlußläufer, normale Käfige aus Aluminiumspritzguß, nur die Ständerwicklung ist aus Kupfer ausgeführt. Wie aus der Abb. 1 zu ersehen ist, haben die Motoren fußlose Gehäuse, die Lagerschilde sind mit Füßen versehen. Die Starrheit der Bauart ist durch kräftige Verzahnung zwischen Gehäuse und Schilden, einfache Prisonierung und vier Spannbolzen gewährleistet. Das Rippengehäuse, die Lagerschilde, Lagerdeckel, Lagerscheiben, Lüfter und Riemenscheiben bestehen aus einer Magnesiumlegierung, die vier Spannbolzen und Muttern aus einer Aluminiumlegierung. Der offene Motor hat beiderseitige Lüftung, während der geschlossene Motor nach dem Gegenstromprinzip gekühlt ist.

Verglichen mit neuzeitlichen Drehstrommotoren üblicher Bauart ergeben sich folgende bessere Daten:

Digitized by Google

a) Tropfwassergeschützte Bauart:
Gewicht 8,9 kg je kW,
Gesamtgewicht ohne Riemenscheiben 39 kg gegen 57 bis 68 bzw. 51 kg.
b) Geschlossene Bauart:
Gewicht 12,4 kg je kW,
Gesamtgewicht ohne Riemenscheiben 41 kg gegen 55 kg.

H. R. Heberlein.

Geräte und Stromrichter.

621. 355. 004. 1 (42) **Die industrielle Anwendung der Akkumulatorenbatterien.** — In jüngster Zeit ist eine stark vermehrte Verwendung von Batterien für Notzwecke festzustellen, z. B. für Notbeleuchtung in Theatern, Kinos und anderen öffentlichen Versammlungsstätten, ferner in Krankenhäusern und ähnlichen Instituten. Die Batterien werden dabei in „Dauerladung" mit einem ganz geringen Strom, der gerade ausreicht, die Selbstentladung bei Nichtbenutzung zu decken, geladen. Derartig behandelte Batterien werden in steigender Menge auch für Eisenbahnsignalanlagen, Notbeleuchtung für Schiffe, Bedienung der Schaltanlagen in Elektrizitätswerken sowie bei den Telephon- und Telegraphenanlagen der Post verwendet.

Ein anderes Anwendungsgebiet sind die diesel-elektrischen Lokomotiven, die mit Batterien für Starten, Beleuchtung und Bedienen von Nebenapparaten ausgerüstet sind. Ein ähnlicher Anwendungszweck ist das Starten von schweren Ölmotoren auf Landfahrzeugen. Die Starteinrichtungen erfordern eine besonders widerstandsfähige Batterie mit geringem Innenwiderstand und geringem Widerstand der Stromleitungen. Sie müssen sehr hohe Startströme abgeben können, besonders bei kaltem Wetter. Für große Ölmotoren werden gewöhnlich 24 V-Batterien gewählt, die in der Lage sind, Ströme von 600 bis 900 A abzugeben.

Der allmähliche Ersatz der elektrischen Straßenbahnen durch Obusanlagen in England hat für Batterien ein weiteres Anwendungsgebiet eröffnet. Obusbatterien sollen nicht nur den Lichtstrom liefern, sondern auch in der Lage sein, im Notfalle den Omnibus von der Hauptstraße nach einer Seitenstraße zu fahren. Sie haben weiter den Zweck, innerhalb der Unterstellräume oder am Ende der Oberleitungsstrecke den Omnibus zu verschieben.

Die Fahrbatterien für elektrische Fahrzeuge sind kein Kind der jüngsten Entwicklung, aber die erheblichen Fortschritte der letzten Jahre in der Batterieherstellung lassen einen neuen Aufschwung der Elektrofahrzeugverwendung erwarten. Beim Bau des Mersey-Tunnels wurde eine große Anzahl Batterielokomotiven zum Fortschaffen der Erdmassen eingesetzt. Seit 5 oder 6 Jahren benutzt das London Passenger Transport Board drei große Akkumulatorenlokomotiven beim Bau von Untergrundbahnstrecken. Diese Lokomotiven sind mit einer Batterie von 300 V und 760 Ah ausgerüstet.

In welchem Maße die heutige Technik auf den Akkumulator angewiesen ist, geht u. a. daraus hervor, daß in neuzeitlichen Fernsprechämtern die größten z. Z. hergestellten Akkumulatorenelemente verwendet werden. Elemente von 13 000 Ah sind in größeren Telephonstationen üblich, man will aber zu noch größeren Leistungen übergehen. Die größte Einzelbatterie dieser Art, welche z. Z. installiert ist, besteht aus 2×25 Elementen von 13 000 Ah Kapazität. Ein weiteres Anwendungsgebiet, auf dem die Unentbehrlichkeit des Akkumulators ganz besonders hervortritt, ist das U-Boot, in dem die Antriebskraft für die Fahrt unter Wasser und die nötige Energie für die Hilfsmaschinen von einer Akkumulatorenbatterie geliefert werden. Ein Höchstwert an Kapazität muß hier innerhalb der Grenzen, welche in bezug auf Gewicht und Raum für die Batterie gegeben sind, untergebracht werden. Die Anzahl der Elemente einer Unterseebootbatterie mit einer Kapazität von 4000 bis 5000 Ah beträgt bis zu 336. Eine solche Batterie hat ein Gewicht von etwa 150 t. [H. G. Brown, Electr. Rev., Lond. 120 (1937) S. 648; 1 S., 1 Abb.] *Rgr.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

532. 137 **Neuartiges Gerät zur Messung des Flüssigkeitsgrades.** — Das neuartige Gerät zur raschen und zuverlässigen Messung des Flüssigkeitsgrades von Lacken, Ölen u. dgl. besteht gemäß Abb. 2 aus einem tropfenförmigen, aus Stahl gepreßten Becher mit etwa 4 cm³ Fassungsvermögen, der an einem damit verbundenen, etwa 260 mm langen Bügel in die Flüssigkeit gehängt wird, deren Flüssigkeitsgrad zu bestimmen ist. Ein im Scheitel des Bügels angebrachter, kleiner Ring sichert die genau lotrechte Lage des Geräts während der Messungen. Zur Messung wird das für gewöhnlich in der Flüssigkeit hängende Gerät unter gleichzeitigem Einrücken einer Stoppuhr aus der Flüssigkeit gehoben, wobei der Inhalt des Bechers aus einer in dessen Boden gebohrten, feinen Öffnung fließt. Beim plötzlichen und daher sehr genau wahrnehmbaren Aufhören des Ausflußstrahls wird die Stoppuhr ausgerückt und so die verflossene Ausflußzeit gemessen. Der Durchmesser der Ausflußöffnung ist so klein zu halten, daß wenigstens 20 s für die völlige Entleerung erforderlich sind. Da das Gerät während des Nichtgebrauchs sich in der Flüssigkeit befindet, werden die Genauigkeit der Messungen beeinträchtigende Temperaturunterschiede zwischen ihm und der Flüssigkeit vermieden. Von den üblichen auch sonst erheblich umständlicher zu handhabenden Geräten unterscheidet sich das neue vorteilhaft dadurch, daß es nicht wie diese nach jeder Messung gereinigt werden muß, unzerbrechlich und nötigenfalls jederzeit leicht wiederherzustellen ist. [E. A. Zahn, Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 285; 2 S., 3 Abb.] *O. N.*

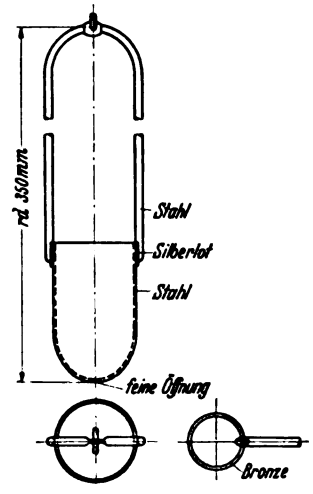


Abb. 2. Zahnsches Gerät zur Messung des Flüssigkeitsgrades.

621. 317. 39 : 534. 838 **Geräte zur Messung mechanischer Schwingungen.** — Geräte, die nicht lediglich das Vorhandensein mechanischer Schwingungen feststellen, sondern zur genauen Messung der Schwingungsweite und den bei Schwingungen auftretenden Geschwindigkeiten und Beschleunigungen dienen, unterliegen bestimmten Forderungen, von denen die wichtigste die Herstellung eines feststehenden Bezugskörpers ist, gegen den die Schwingungsbewegung gemessen werden kann. Zu diesem Zweck wird in den für allgemeinere Verwendung bestimmten, tragbaren Schwingungsmeßgeräten ein Massekörper mit dem beweglichen Geräteteil, der den zu untersuchenden, schwingenden Körper unmittelbar berührt, durch eine Kupplungsfeder verbunden, die sozusagen das Herz des ganzen Meßgerätes darstellt. Als besonders geeignet dient hierzu u. a. ein federndes Blatt, das sich schon bei sehr geringer Änderung einer in Richtung seiner Längsachse darauf wirkenden Kraft unter äußerst starker Verkürzung des geradlinigen Abstandes seiner schneidenförmigen Auflagestellen seitlich ausbiegt. Ein so hergestelltes Gerät ist zur Messung bis herab zu etwa zehn Schwingungen je Sekunde verwendbar, ohne daß eine Fälschung des Meßergebnisses durch Resonanz zwischen der etwa vier- bis fünfmal so niedrigen Frequenz seiner Eigenschwingungen und den vom zu untersuchenden Körper aufgedrückten Schwingungen eintritt. Die Übertragung der Schwingungen von dem zu untersuchenden Körper auf das Meßgerät muß durch ein möglichst kurzes und leichtes, gleichwohl mechanisch widerstandsfähiges Zwischenglied erfolgen, das auch in sicherer Berührung mit dem schwingenden Körper bleiben soll, wenn durch die Schwingungen Beschleunigungen hervorgerufen werden, welche die Erdbeschleunigung um ein Vielfaches übertreffen. Um diese Forderung zu erfüllen, müssen die von der Kupplungsfeder ausgeübten Kräfte groß und die bewegten Massen des Gerätes klein sein. Anderseits darf der von der Kupplungsfeder auf den zu untersuchenden Körper ausgeübte Druck nur mäßig sein, wenn eine Rückwirkung auf diesen Körper vernachlässigbar sein soll. Die Kupplungsfeder wird daher zweckmäßig einstellbar gehalten, so daß ihr Druck bei Messung starker Beschleunigungen entsprechend verstärkt und im übrigen aber nur mit geringem Federdruck gearbeitet werden kann. Die mechanische Übertragung der Schwingungsbewegungen vom Meßgerät auf Anzeigevorrichtungen durch leicht gehaltene Hebel oder dergleichen beschränkt die Empfindlichkeit des Geräts auf Schwingungen verhältnismäßig niedriger Frequenzen von 50/s und weniger und Schwingungsweiten in der Größenordnung von mehr als $2 \cdot 10^{-3}$ mm. Durch Ausbildung des ruhenden Bezugskörpers als Magnet, den eine mit dem beweglichen Teil des Gerätes verbundene Spule umgibt oder Zwischenschaltung eines piezoelektrischen Kristalles zwischen Bezugskörper und beweglichem Teil, sowie Verstär-

Digitized by Google

kung der in der Spule hervorgerufenen Induktionsspannungen bzw. der durch die Druckänderungen vom Kristall erzeugten Spannungen mit Hilfe von Elektronenröhren kann auch eine elektrische Anzeige ganz außerordentlich gesteigerter Empfindlichkeit erhalten werden. [C. D. Greentree, Electr. Engng. 56 (1937) S. 706; 5 S., 5 Abb.] *O. N.*

621. 317. 723. 027. 3 **Ein einfaches elektrostatisches Voltmeter für Hochspannung.** — In etwa 50 cm Entfernung von einem Zylinder, der die zu messende Hochspannung — bis 280 kV Gleich- oder Wechselstrom — führt, ist eine geerdete Kugel von 20,4 cm Dmr. aufgestellt. Aus letzterer ist, in Richtung zum Hochspannungszylinder, eine Kalotte von etwa 10 cm Dmr. ausgeschnitten, die mit einem waagerechten Schaft im Innern der Kugel an 2 Bändern aufgehängt ist. Durch die Kraft des elektrostatischen Feldes bewegt sich die Kugelkalotte um einen geringen Betrag zum Hochspannungszylinder. Diese Bewegung wird mit feinen Fäden auf die senkrecht angeordnete Zeigerachse übertragen. Der Zeiger spielt über eine zylinderförmige Skala, die durch einen schmalen Schlitz in der Kugel auf der der Hochspannung abgewandten Seite beobachtet werden kann. Als mechanische Gegenkraft dient die Schwere. Die Funktion zwischen Bewegung und Kraft bei der gegebenen Bandaufhängung der Kugelkalotte wird sehr sorgfältig berechnet. Die Eichung erfolgt mit einem empfindlichen Strommesser, dem ein mit einer Mischung aus Xylol und Alkohol gefülltes Glasrohr als Meßwiderstand vorgeschaltet ist. Die mechanische Ausführung ist eingehend beschrieben. Das Gerät hat sich in der Hand seines Erbauers gut bewährt. Eine Untersuchung der Meßtoleranz, insbesondere der Abhängigkeit von fremden elektrostatischen Feldern, fehlt. [C. W. Lampson, Rev. sci. Instrum. 8 (1937) S. 164; 4½ S., 5 Abb.] *A. P.*

Elektrowärme.

621. 365. 22 : 669. 14 **Einfluß der Wärmeisolierung bei Lichtbogenöfen auf den Stromverbrauch.** — Im Gegensatz zu Martinöfen, die heute hinreichend gegen Wärmeausstrahlung geschützt sind, wird nun auch auf die Isolierung der Elektrostahlöfen erhöhtes Augenmerk gerichtet. Der Ausschuß der Elektrostahlöfen der Eisenhütte Österreich hat eine Reihe Untersuchungen angestellt, welchen Einfluß die Isolierung des Ofengefäßes auf den Stromverbrauch ausübt und welche wirtschaftliche Bedeutung ihr zukommt. Die Kennzahlen der untersuchten Öfen waren folgende:

		1	2	3	4	5	6
Einsatz	t	7,5	7,5	7	6,5	7	7
Umformerleistung . .	kVA	4000	2000	2050	1500	850	2000
Einschmelzspannung .	V	200	110	170	124	75	158
Einschmelzzeit . . .	min t	13,3	30	17,5	27	35	23,4
Einschmelzstromverbrauch	kWh t	548	606	530	486	820	527
Wirkungsgrad $\frac{340}{\text{kWh t}}$	%	62	56	64	70	41,5	64,5

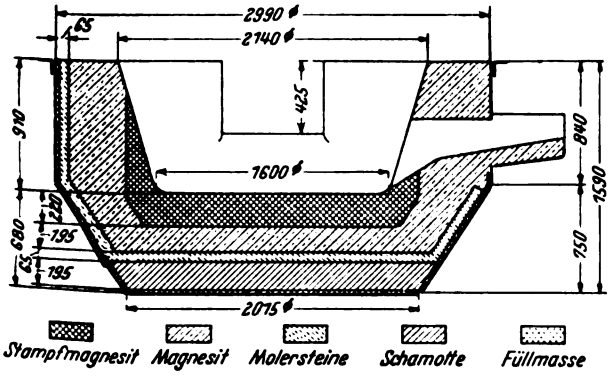


Abb. 3. Isolierung des Ofengefäßes.

Während der weitaus am längsten währenden Einschmelzzeit werden 60% und während des Feinens nur 36% der zugeführten Strommengen ihrer beabsichtigten metallurgischen Verwendung zugeführt. Verringern lassen sich die Verluste hauptsächlich durch eine Verminderung der Kühlwasser-, Leitungs- und Strahlungsverluste. Deshalb wurde versucht, durch entsprechende Verstärkung der Ofenausmauerung (Abb. 3) und durch entsprechende Auswahl der Steine die Strahlungsverluste zu begrenzen, die mit der vierten Potenz der an den ausstrahlenden Flächen herrschenden Temperaturspanne anwachsen. Der Einschmelzstromverbrauch wurde um 3% und die Einschmelzzeit um 11% verringert. Bei Verwendung von Molersteinen an Stelle von Magnesitsteinen wurden die Kosten für die Zustellung um rd. 25% gesenkt. Ein Meinungsaustausch schließt sich an. [H. Weitzer, Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 697; 5½S., 10 Abb.] *Kps.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 611. 21 : 621. 396. 41 : 621. 396. 932 **Ein neues Verfahren der Doppelsendung im Seefunkbetrieb.** — Für den Seefunkbetrieb auf Küstenfunkstellen wird ein Verfahren der Doppelsendung angegeben, mit dem gleichzeitig zwei Telegramme über einen Sender getastet werden. Die Schaltungsanordnung ist aus der Abb. 4 zu ersehen. Zwei Quarz-

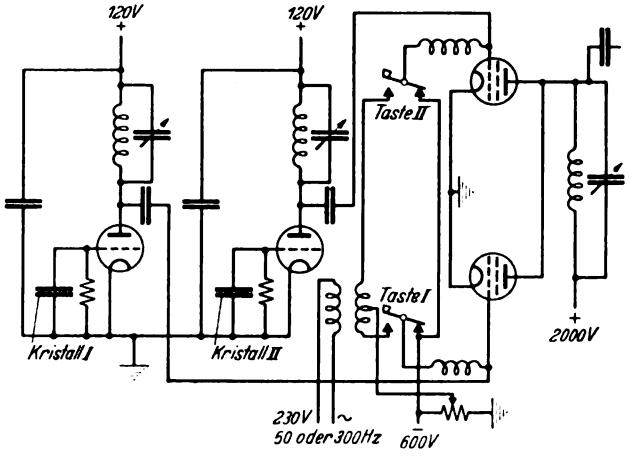


Abb. 4. Schaltplan für Doppelsendung.

kristalloszillatoren erzeugen zwei Frequenzen, deren gegenseitiger Abstand gering ist. Diese Frequenzen werden von je einer Röhre verstärkt. Die Ausgänge der beiden Verstärkerröhren liegen parallel. Ihre Gitter erhalten eine feste negative Vorspannung, der eine niederfrequente Wechselspannung von etwa 50 bis 300 Hz überlagert wird. Diese Spannungen sind so gewählt, daß die Röhren in der negativen Halbperiode der Wechselspannung gesperrt sind, während sie in der positiven als normale Verstärkerröhren arbeiten. Durch einen Gegentakttransformator werden die Wechselspannungen den Gittern der beiden Verstärkerröhren um 180° phasenverschoben zugeführt. Dadurch wird erreicht, daß der eine Kristalloszillator während der ersten Halbperiode verstärkt, in der zweiten dagegen die Verstärkung gesperrt wird. Der zweite Oszillator wird entsprechend in der ersten Halbperiode gesperrt und in der zweiten verstärkt. Als Ergebnis entstehen zwei Frequenzen, die in den nachfolgenden Verdopplerstufen des Senders vervielfacht werden. Gleichzeitig wird der gegenseitige Abstand der Frequenzen durch die Vervielfachung auf etwa 7 kHz vergrößert. Bringt man noch in die Gitterleitung jeder Verstärkerröhre eine Tastvorrichtung an, die bei Ruhekontakt durch eine entsprechend hohe negative Gittervorspannung die Röhre sperrt, während der Arbeitskontakt die obigen überlagerten Gitterwechselspannungen einschaltet, so kann man jeden Oszillator dadurch tasten. Man hat also zwei Kanäle für einen Sender mit einer Antenne gewonnen. Dabei ist die ausgestrahlte Leistung für die einzelne Frequenz natürlich geringer als bei Einfachbetrieb. Durch Vergrößerung der Endstufe des Senders kann jedoch der Leistungsabfall ausgeglichen werden. Die Kosten für den Umbau eines Senders sind klein im Vergleich zu einem neuen Sender. Außerdem werden die Kosten für eine zweite Antenne gespart. [A. I. A. Gracie, Post Off. electr. Engrs. J. 30 (1937) S. 15; 3 S., 5 Abb.] *Frd.*

Theoretische Elektrotechnik.

537. 24 : 621. 313. 12. 024 **Elektrostatische Hochspannungsgeneratoren.** — Auf der Pariser Weltausstellung werden in der Halle der Erfindungen zwei elektrostatische Generatoren für hochgespannten Gleichstrom gezeigt. Der eine wurde von Lazard gebaut und beruht auf dem von Lord Kelvin angegebenen, von van de Graaf erstmalig durchgeführten Weg[1]), elektrische Ladungen über ein isolierendes Transportband auf einem Kondensator zu sammeln und damit hohe Gleichspannung zu erhalten. Der von Joliot und Lazard ausgestellte Generator für 5000 kV zwischen den Polen fördert mittels eines umlaufenden gummibelegten Seidenbandes Ladungen auf Hohlkugeln von 3 m Dmr. In geerdeten Kammern, je einer für positives und negatives Potential,

[1]) ETZ 55 (1934) S. 911 u. ETZ 58 (1937) H. 24, S. 665.

Digitized by Google

die zugleich die Antriebsvorrichtung für die drei parallelen, je 70 cm breiten, mit einer Geschwindigkeit von 20 m s^{-1} umlaufenden Seidenbänder und die Gleichspannungsanlage zur Erzeugung der Glimmentladung bei etwa 10 kV mittels Ventilrohren enthalten, liegt parallel zu den Bändern und den geerdeten Antriebsrollen, über die sie geführt werden, ein glimmender Platindraht von 0,1 mm Dicke, von dem die Ladungen auf die Bänder übergehen.

Die Kammern haben eine Bodenfläche von 3 mal 3 m und eine Höhe von 2,60 m. Darauf sitzt ein Isolierturm von 9 m Höhe, der die Kugeln trägt. Die Seidenbänder laufen im Innern der Kugeln ebenfalls über Rollen und geben ihre Ladungen über Saugkämme an die Kugeln ab.

Der Leistungsbedarf beträgt für den Antrieb der Seidenbänder 10 kW und 4 kW für die Erzeugung der Gleichspannung in den Ionisierungskammern. Außerdem wird die Luft in den beiden Isoliertürmen dauernd 10° über der Raumtemperatur gehalten und getrocknet, damit ein sicheres Arbeiten des Generators gewährleistet ist. Beide Türme sind getrennt fahrbar. Die Anlage wird von einem Schaltpult aus betätigt. Sie steht in einem großen Faradayschen Käfig, um andere Anlagen nicht zu stören. Ein Drahtnetz aus 1,8 mm dickem, verkupfertem Stahldraht mit quadratischen Maschen von 20 cm Seitenlänge ist als Käfigwand gewählt worden. Der Generator ist für die Fortführung der von F. Joliot und J. Curie durchgeführten Arbeiten über den Aufbau radioaktiver Elemente gebaut worden[1]).

Ein anderer elektrostatischer Generator ebenfalls in Säulenbauart, von Pauthenier und Frau Moreau-Hanot entworfen, beruht darauf, daß elektrisch geladene Staubteilchen von unten her durch einen heftigen Luftstrom in einer aus Isolierstoff bestehenden Hohlsäule nach deren oberem metallischen Abschluß von der Form eines Rotationsellipsoides hochgetragen werden. Sie geben ihre Ladung oben ab und laden den hohlen Metallkörper auf hohe Spannung auf. Die Ladung erhalten die Staubteilchen am Fuße der Säule beim Durchblasen durch ein auf 8000 V aufgeladenes feinmaschiges Drahtnetz. Die Anlage besteht ebenfalls aus zwei Säulen, für positives bzw. negatives Potential. Geplant ist sie für 1500 kV zwischen den Rotationsellipsoiden, scheint aber, nach der ersten Quelle zu urteilen, nur zeitweilig einwandfrei zu arbeiten. [Aus: A. Soulier, Rev. gén. Électr. 42 (1937) H. 13, S. 407, derselbe, Génie civ. 111 (1937) H. 15, S. 301.] *HM.*

Werkstatt und Baustoffe.

539.32 +.43.082.7 : 620.179 **Meßverfahren zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls und der Dämpfung von Werkstoffen.** — Durch die Schwingungsgleichung eines transversal schwingenden Stabes sind Eigenschwingungszahl und Elastizitätsmodul eindeutig miteinander verknüpft. Man kann daher den Elastizitätsmodul E_m eines Metallstabes bestimmen, indem man den an Fäden aufgehängten Stab anschlägt und seine Eigenschwingungszahl z.B. akustisch mißt. Ein wichtiges Merkmal ist ferner die Dämpfungsziffer ϑ als natürlicher Logarithmus des Verhältnisses der beiden ersten Amplituden der Schwingung. Zur Messung von E_m und ϑ wird der Prüfstab an zwei Schwingungsknoten in Drahtschlingen D_1 und D_2 (Abb. 5) aufgehängt. Das eine Schlingenende ist an einer Blattfeder F befestigt, die mit einem elektrodynamischen Schwingersystem verbunden ist. Die Schwingspule bewegt sich nach Art der Lautsprechersysteme waagerecht im Ringspalt eines kräftigen Dauermagneten. Durch einen Tonsender S wird der Prüfstab über die Blattfeder und die Drahtschleife zu Schwingungen angeregt, die von dem Empfängersystem E über Draht und Blattfeder aufgenommen werden. Hier werden die mechanischen Schwingungen durch einen elektrodynamischen Schwinger wieder in elektrische Schwingungen umgewandelt, die einem Verstärker und dann entweder einem Lautsprecher oder einem Milliamperemeter zugeführt werden. Regelt man die Frequenz des Tonsenders S so ein, daß sie sich der Eigenfrequenz ν_E des Prüfstabes nähert, so steigt nach Abb. 6 die Amplitude der erzwungenen Stabschwingung an und erreicht den Höchstwert, wenn die erregende Frequenz gleich der Eigenfrequenz ν_E des Stabes ist. In Abb. 6 fällt die verschiedene Breite der Resonanzkurve von Kupfer und Magnesium auf. Aus der Breite der Resonanzkurve kann unmittelbar die mechanische Dämpfung

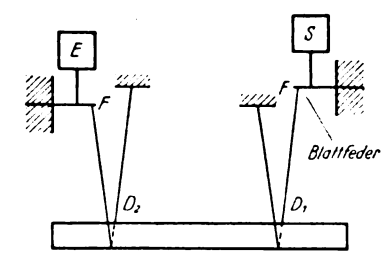


Abb. 5. Anordnung zur Erzeugung und zum Nachweis von Schwingungen in Werkstücken.

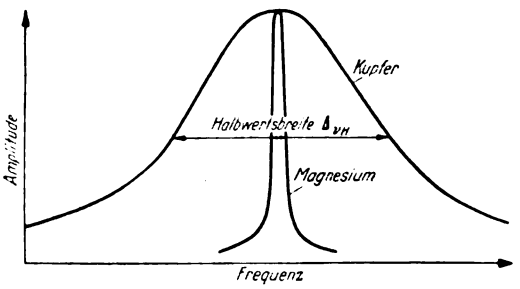


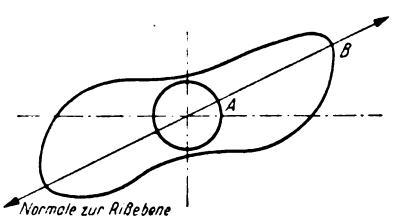
Abb. 6. Resonanzkurven von Kupfer und Magnesium.

des Werkstoffes bestimmt werden. Wird mit $\Delta\nu_H$ die Halbwertsbreite, das ist die Breite der Resonanzkurve an der Stelle bezeichnet, an der die Amplitude auf die Hälfte ihres Scheitelwertes abgesunken ist, so ist die Dämpfung ϑ gegeben durch

$$\vartheta = 1{,}8136 \frac{\Delta\nu_H}{\nu_E}.$$

Die Dämpfung kann somit aus dem Abklingversuch durch Messung der Abklingdauer eines Stromwertes oder aus der Halbwertsbreite einer aufgenommenen Resonanzkurve bestimmt werden. Versuche zeigten, daß beide Verfahren sich gegenseitig ergänzen. Die Dämpfung konnte mit einer Genauigkeit von etwa 2% gemessen werden. Der Verstärker hat einen so hohen Verstärkungsgrad, daß noch Dämpfungsmessungen bei Amplituden von weniger als $1 \cdot 10^{-3}$ mm möglich waren.

Das neue Verfahren gestattet eine zerstörungsfreie Prüfung an Werkstoffen. Drehsymmetrische Stäbe können mit der angegebenen Anordnung zu Schwingungen in beliebiger Richtung angeregt werden, so daß die Dämpfung abhängig von der Richtung der Schwingungsebene gemessen werden kann. Dreht man den Prüfstab um bestimmte Winkel und mißt die jeweilige Dämpfung, so erhält man bei einem fehlerfreien Stab die Kurve A der Abb. 7, bei einem Stab mit Rissen die Kurve B. Man kann demnach nicht nur das Vorhandensein, sondern auch die Lage der Fehlstelle nachweisen. Die Meßanordnung ist ein aufschlußreiches Hilfsmittel zur Untersuchung fertiger Werkstücke wie Hochdruckstahlflaschen, Kurbelwellen (Bestimmung der kritischen Frequenz) und zur Erkennung des Zustandes (Dämpfung) und der Form (Eigenschwingungszahl) von Werkstoffen. [F. Förster, Z. Metallkde. 29 (1937) S. 109; 6 S., 20 Abb.] *Rä.*



A fehlerfreier Stab *B* fehlerhafter Stab

Abb. 7. Winkelabhängigkeit der Dämpfung.

Verschiedenes.

Messehefte 1938 der ETZ.

(Zweiter Hinweis[1]).

Zur Frühjahrsmesse in Leipzig, die am 6. 3. 1938 beginnt, erscheinen wie im Vorjahr zwei „Messehefte" der ETZ; sie sollen dem Messebesucher die Übersicht über die weitverzweigte Elektrotechnik erleichtern helfen, auf besonders gute und erfolgreiche technische Lösungen hinweisen und so zur Sicherung des Messeerfolges beitragen. Wer über ein wichtiges Erzeugnis seiner Fabrikation etwas mitzuteilen wünscht, kann einen kurzen Originalbericht an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus, für redaktionelle Verwertung einschicken. Berichte, die nach dem 11. 1. 1938 eingehen, können nicht mehr berücksichtigt werden.

[1]) In Deutschland läuft ein ähnlicher Generator in einer Anlage für schnelle Korpuskularstrahlen, s. W. Bothe u. W. Gentner, Z. Phys. 104 (1937) S. 685.

[1]) Vgl. auch ETZ 58 (1937) H. 42, S. 1148.

Digitized by Google

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Niederspannungs-Netzregelung mit Spartransformatoren.

Von Wilhelm Wilshaus VDE, Berlin.

621. 314. 223 : 621. 316. 722. 027. 2

Übersicht. Die wichtigsten Gesichtspunkte für die Auswahl, die Aufstellung und den Betrieb von Niederspannungs-Netzreglern werden zusammengestellt.

Allgemeines.

Spannungsregelung in Niederspannungsnetzen ist dann zweckvoll, wenn entweder durch Steigen der Einzelanschlußwerte bzw. der Anzahl der Anschlüsse ein übermäßig großer Spannungsabfall auftritt und folglich eine Neuverlegung der Leitung mit größerem Querschnitt erfolgen müßte, oder dann, wenn Schwankungen der Spannung, die z. B. schon im Hochspannungsnetz vorhanden sein können, ausgeglichen werden sollen. Im ersten Fall findet eine allgemeine Hebung des Spannungsniveaus, im zweiten ein Angleichen der verschiedenen Spannungswerte an die Nennspannung statt.

Die Auswirkung der Spannungsregelung ist sowohl für den Verbraucher als auch für den Erzeuger elektrischer Energie vorteilhaft. Der erstere ist bei dauerndem starkem Spannungsabfall zur Überbemessung seiner Motoren gezwungen, leidet unter der schwankenden Helligkeit seiner Glühlampen und wird unsicher in der Bemessung von Anheiz- und Kochzeiten seiner Elektroherde, Warmwasserspeicher usw. Es wurde gezeigt[1]), daß gerade für Glühlampen die Aufrechterhaltung des Spannungs**mittel**wertes, für den sie ausgelegt sind, von Bedeutung ist.

Für den Erzeuger ergibt sich bei der Überbemessung von Motoren ein vermeidbarer zusätzlicher Blindstromverbrauch. Ferner ist die aufgenommene Energie von Strahlungsgeräten, die in den Grenzen der praktisch auftretenden Spannungsschwankungen als temperaturunabhängige Widerstände aufzufassen sind, quadratisch abhängig von der Spannung; da der Hauptspannungsabfall stets mit der größten Last zusammenfällt, tritt der spezifische Mindestverbrauch stets bei höchster Last auf. Die Ausnutzung des Netzes und der Absatz an Energie wird also durch eine Spannungsregelung bedeutend verbessert.

Die Regelung der Spannung erfolgt meist durch Regeltransformatoren, die vorzugsweise als Spartransformatoren mit selbsttätigem Antrieb ausgebildet werden[2]) [3]) [4]).

Die verbreitetsten Ausführungsarten von Reglern für Niederspannungsnetze sind:

1. Regler mit durchgehender Wicklung,
2. Regler mit Zu- und Gegenschaltung.

Die erste Ausführungsart bietet den Vorteil, daß die Automatik durch den Fortfall des Umschalters vereinfacht wird, die zweite den, daß die Typenleistung und folglich die Verluste klein gehalten werden. Ein Beispiel zu 1. zeigt Abb. 1, zu 2. die Abb. 2. Grundsätzlich ist zu unterscheiden, daß die ankommende ungeregelte Spannung entweder an die Anzapfungen oder an einen festen Wicklungspunkt gelegt werden kann. Im letzten Fall schwankt die Induktion im Kern, und die in der Regelwicklung erzeugte Zusatzspannung ändert sich nach Maßgabe der ankommenden Spannung.

Um einen Überblick über die Größe der erforderlichen Typenleistung zu gewinnen, die ein Maß für die Größe und die Verluste eines Reglers abgibt, sollen einige rechnerische Angaben folgen. Es bedeuten: U die konstantzuhaltende Spannung, u die transformatorisch erzeugte Zusatzspannung, I_1 den ankommenden Strom, I_2 den abgehenden Strom, i den Erregerstrom, L die Typenleistung, N die Durchgangsleistung.

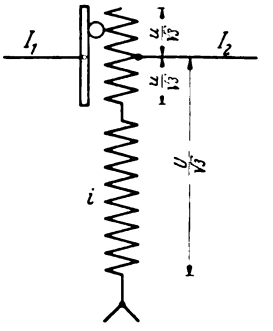


Abb. 1. Regler mit durchgehender Wicklung.

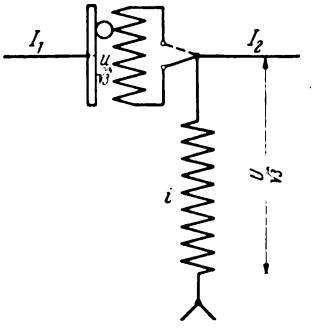


Abb. 2. Regler mit Zu- und Gegenschaltung.

Dann ist beim Regler mit durchgehender Wicklung gemäß Abb. 1 bei Aufspannung $I_2\,U = I_1\ (U-u)$, weil Primär- und Sekundärleistung gleich sein müssen. Hierbei ist der Magnetisierungsstrom vernachlässigt und symmetrische Belastung der drei Phasen vorausgesetzt. Die Rechnung beziehe sich auf das Drehstromsystem, während die Abbildungen der Übersichtlichkeit halber einphasig gezeichnet sind. Es wird weiterhin

$$i = I_1 - I_2 = I_2 \frac{u}{U-u}\,.$$

Die Typenleistung als halbe Summe der Wicklungsteilleistungen wird

$$L = \frac{1}{2}\sqrt{3}\,[(U-u)\,i + u\,I_2 + u\,I_2]$$

$$= \frac{1}{2}\sqrt{3}\left[(U-u)\,\frac{u}{U-u}\,I_2 + 2\,u\,I_2\right] = 1{,}5\,\sqrt{3}\,u\,I_2$$

$$L = 1{,}5\,N\,\frac{u}{U}\,,$$

d. h. die Typenleistung ist proportional der Durchgangsleistung und dem prozentualen Regelbereich. Bei Abspannung wird diese etwas kleiner. Die Rechnung sei fortgelassen, da der Regler für die größte erforderliche Typenleistung berechnet werden muß.

[1]) H. Vierfuß, Diss. T. H. Berlin 1935.
[2]) W. Krämer, VDE-Fachber. 8 (1936) S. 128.
[3]) K. Bölte, AEG-Mitt. (1937) H. 3, S. 74.
[4]) W. Wilshaus, Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 447.

Digitized by Google

Beim Regler mit Zu- und Gegenschaltung wird die größte erforderliche Typenleistung bei Aufspannung (Abb. 2)

$$I_2 U = I_1 (U - u); \quad i = I_1 - I_2 = I_2 \frac{u}{U - u}$$

$$L = \frac{1}{2} \sqrt{3} (U i + u I_1)$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{3} \left(U I_2 \frac{u}{U - u} + u I_2 \frac{U}{U - u} \right)$$

$$L = N \frac{u}{U - u} .$$

Man sieht, daß bis zu

$$N \frac{u}{U - u} = 1{,}5\, N \frac{u}{U}, \text{ also } u = \frac{1}{3} U,$$

die Typenleistung des Reglers mit Zu- und Gegenschaltung (und mit Abnahme der konstantgehaltenen Spannung an einem festen Wicklungspunkt) kleiner bleibt als die des Reglers mit durchgehender Wicklung; darüber hinaus wird sie größer.

Zusammenfassend ergibt sich:

1. Die Typenleistung des Transformators mit Zu- und Gegenschaltung kann bis zu ⅓ kleiner sein als diejenige des Reglers mit durchgehender Wicklung. Dem Minderaufwand für die kleinere Regelwicklung steht der Mehraufwand für den Umschalter gegenüber.
2. Der Regler mit durchgehender Wicklung hat zwar etwas höhere Verluste, bietet dafür aber den Vorteil, durch Umlötung von $\pm u$ auf $+2u$ oder $-2u$ bzw. auf Zwischenwerte eingestellt werden zu können; er ist also vielseitiger verwendbar.

Wie bereits gesagt, ist die erforderliche Typenleistung bei den praktisch in Frage kommenden Reglern proportional der Durchgangsleistung und dem prozentualen Regelbereich. Hieraus ergeben sich einige wichtige Folgerungen. Die Eisenverluste eines Reglers sind abhängig von seiner Eigen-(= Typen-)leistung, und diese hängt, wie gezeigt, wiederum von Nennspannung, Durchgangsstrom und Zusatzspannung ab. Es führt deshalb zu Trugschlüssen, wenn man, wie es häufig geschieht, die Leerlaufverluste zweier verschiedener Regler gleicher Durchgangsleistung ohne Berücksichtigung ihrer sonstigen Daten miteinander vergleicht.

Stufenspannung.

Ihre Wahl ist eine Frage der Anforderungen, die man an die Konstanz der Spannung stellt. In Netzen mit reiner Motorenbelastung ist eine Stufung unter rd. 3 % nicht erforderlich. Bei vorwiegender Lichtbelastung ist zu beachten, daß eine absolut unmerkliche Regelung nur mit Stufenspannungen unterhalb 1¼ % der Nennspannung erzielt werden kann, jedoch wirken Spannungsänderungen von 2 bis 2½ % noch nicht störend[5]). Oberhalb dieses Wertes macht sich die Regeltätigkeit bereits durch unangenehme Zuckungen des Lichtes bemerkbar; diese überlagern sich naturgemäß den im Netz bereits vorhandenen Schwankungen und vergrößern damit die Ungleichmäßigkeit des Lichtes.

Die Spannungsempfindlichkeit eines Reglers ist gekennzeichnet durch $\xi = \pm \frac{\Delta u \, 100}{U}$ in %; sie stellt diejenige Abweichung von der Nennspannung dar, bei der der Regler anspricht. ξ muß stets größer als die halbe prozentuale Stufenspannung sein;

$$\xi > \frac{1}{2} \cdot \frac{u}{U} \cdot \frac{1}{n} \cdot 100,$$

worin n die Anzahl der Stufen bedeutet, unter der Voraussetzung, daß alle Stufenspannungen gleich sind. Erfolgt die Zufuhr der veränderlichen Spannung über den festen Wicklungspunkt, so ist die Stufenspannung veränderbar, da die Induktion im Kern sich mit der zwischen $(U - u)$ und $(U + u)$ schwankenden ankommenden Spannung ändert. Es ist demnach wichtig, daß die Spannungsempfindlichkeit der Anordnung ist:

$$\xi \leq \frac{u}{2 U n} \left(1 + \frac{u}{U} \right) \cdot 100 \text{ in \%},$$

andernfalls wird der Regler dauernd zwischen zwei Stufen hin- und herpendeln.

Die Spannungsgenauigkeit ist ebenso wie die Empfindlichkeit abhängig von der Stufenspannung und der verwendeten Automatik; sie umfaßt außerdem noch die Beeinflußbarkeit der letzteren durch Frequenz- und Temperaturschwankungen, Oberwellen usw.

Ansprechhäufigkeit.

Die beste Lösung stellen zweifellos Geräte mit verzögerungsfreier Regelung dar, jedoch läßt deren Preis eine allgemeine Verwendung in Netzen nicht zu. Bei Reglern mit wenigen groben Stufen würde ein sofortiges Ansprechen bei jeder Spannungsänderung eine Störungsvervielfältigung zur Folge haben. Abb. 3 zeigt, daß ein einmaliger, z. B. durch das Einschalten eines Motors hervorgerufener Spannungsabfalll bei nur wenig verzögertem Ansprechen eines grobstufigen Reglers eine Verdreifachung der Sprunghäufigkeit hervorruft (Linie *a* ohne Regelung, *b* mit Regelung). Da eine langsame Spannungsänderung beim Lichtbetrieb nicht so störend ist wie ein plötzlicher Sprung, führt man derartige Regler mit Zeitverzögerungsrelais (10 bis 20 s) aus, so daß kurzzeitige Spannungsschwankungen mit ihrem vollen Wert auf die Konstantspannung übergehen und nur länger dauernde Änderungen ausgeregelt werden. Hierdurch wird allerdings die Störanfälligkeit der Automatik, die ohnehin schon mehrere Relais besitzt, noch weiter vergrößert. Man hat aus diesem Grund teilweise den Ausweg gewählt, die Zeitverzögerungsrelais dadurch zu ersetzen, daß der Reglermotor einen Kraftspeicher auflädt, der nach einer gewissen Zeit die Umschaltung vornimmt (Sprungschalter).

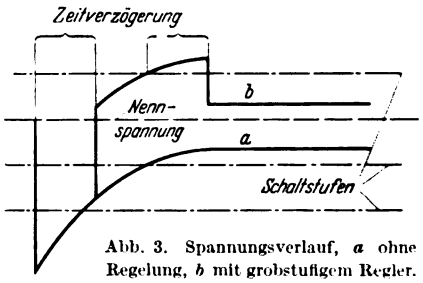


Abb. 3. Spannungsverlauf, *a* ohne Regelung, *b* mit grobstufigem Regler.

Gegenüber der Verwendung von Zeitrelais bringt der Impulskontaktgeber gewisse Vorteile mit sich. Frei von Relais jeder Art ist u. a. der Relo-Regler[6]).

Bei Reglern mit unverzögertem Ansprechen, jedoch relativ geringer Regelgeschwindigkeit und kleiner Stufenspannung zeigt die Regelkurve einen günstigeren Verlauf (Abb. 4). Die Neigung der Kurven im Spannungs-Zeit-Diagramm stellt stets die Regelgeschwindigkeit V/s dar. Ist die Regelgeschwindigkeit des Reglers (Gerade *c*) größer als die der Spannungsänderung, so gilt Abb. 4a. Die ursprüngliche Spannungsänderung (Linie *a*) wird innerhalb der Genauigkeitsgrenzen auf die Nennspannung eingeregelt (Linie *b*). Ist die Regelgeschwindigkeit des Reglers kleiner als die der Spannungsänderung, so gilt

[5]) R. Küchler, ETZ 55 (1934) S. 1054 u. 1075.

[6]) Siehe Fußnoten 2, 3 u. 4.

Digitized by Google

Abb. 4 b; in keinem der beiden Fälle tritt eine Vergrößerung der Sprunghäufigkeit auf. Die Stufenspannung sei hierbei als so klein angenommen, daß die Regelkurve praktisch als stetig betrachtet werden kann (< 1¼ %).

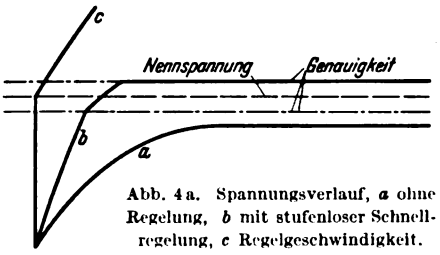


Abb. 4a. Spannungsverlauf, *a* ohne Regelung, *b* mit stufenloser Schnellregelung, *c* Regelgeschwindigkeit.

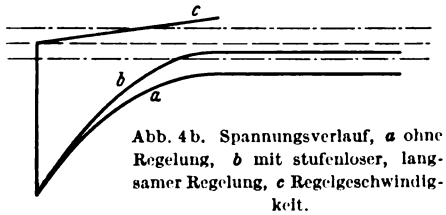


Abb. 4b. Spannungsverlauf, *a* ohne Regelung, *b* mit stufenloser, langsamer Regelung, *c* Regelgeschwindigkeit.

Blindstrombedarf.

In diesem Zusammenhang ist es interessant, festzustellen, wie groß eigentlich der Blindstrombedarf eines Reglers ist. Überschlägig läßt sich sagen, daß der Leerlaufstrom und folglich angenähert die Blindaufnahme bei den üblichen Typenleistungen von 5 bis 10 kVA etwa 7 bis 8 % der Eigenleistung ausmachen. Dementsprechend besitzt ein Regler für 380 V und 30 kVA Durchgangsleistung bei ± 7,5 % Regelbereich (mit Umschaltung) eine Blindleistungsaufnahme von rd. 160 VA, entsprechend etwa 0,5 % der Durchgangsleistung. Eine nennenswerte Erhöhung des Blindstrombedarfes durch Regeltransformatoren tritt also nicht ein.

Wicklungsverluste.

Die vom Hersteller hierüber gemachten Angaben beziehen sich meist auf diejenigen Verluste, die sich bei voller Ausnutzung des vorhandenen Regelbereiches einstellen; sie nehmen etwa linear mit der Zusatzspannung ab, so daß also bei Verwendung des halben Regelbereiches die Wicklungsverluste auf angenähert die Hälfte sinken.

Wirkungsgrad.

Es ist $$\eta = \left(1 - \frac{V}{N+V}\right) \cdot 100 \text{ in } \%.$$

Hierin ist einzusetzen für N die Durchgangsleistung und für V die Gesamtverluste.

Für einen normalen Regler ist der Wirkungsgrad meist $\eta \geqq 99$ %, bezogen auf die äußerste Regelstellung, die zudem nicht dauernd eingenommen wird. Der Eigenverbrauch des Reglers spielt also nur eine verschwindende Rolle.

Kurzschlußsicherheit.

Bei geeigneter Wahl der Kurzschlußspannung verhindert ein normaler Zweiwicklungstransformator von sich aus ein zu starkes Anwachsen des Kurzschlußstromes. Das ist beim Spartransformator nicht der Fall; seine Kurzschlußspannung, bezogen auf den Durchgangsstrom, ist verschwindend gering. Es sind also Vorkehrungen zu treffen, daß der Kurzschlußstrom nicht über einen bestimmten, vom Hersteller angegebenen Wert, meist den 30fachen Nennstrom, hinausgeht. Eine Sicherheit gegen diese dynamische Überbeanspruchung ist in den meisten Fällen durch die vorgeschalteten Leitungen sowie dadurch gegeben, daß der zugehörige Haupttransformator eine passende Kurzschlußspannung (> 3,3 %) besitzt. Die thermische Kurzschlußsicherheit ist, da in der relativ kurzen Zeitdauer des Kurzschlusses eine Ableitung der Wärme nicht eintreten kann, gegeben durch die Wärmekapazität der Wicklung. Allgemein wird man sagen können, daß Regeltransformatoren in Sparschaltung den 30fachen Nennnstrom etwa 3 bis 5 s lang aushalten. Da die entwickelte Wärmemenge mit dem Quadrat des Stromes abnimmt, ist die thermisch zulässige Dauer des Kurzschlußstromes bei z. B. 15fachem Nennstrom 12 bis 20 s usw.

Nullpunktsbelastung.

Eine oft auftretende Frage ist die nach der Nullpunktsbelastbarkeit eines Reglers. Hierüber wurde bereits an anderer Stelle berichtet[7] [8]). Zusammenfassend ist folgendes zu sagen:

Im Dreileiternetz gehen Lastungleichheiten über einen, wie üblich, im Sparstern geschalteten Regler ohne zusätzliche Spannungsverschiebung hinweg. Dasselbe ist im Vierleiternetz mit durchgeführtem Sternpunkt bei Belastung zwischen diesem und einer Phase dann der Fall, wenn der Sternpunkt des Reglers an den Nulleiter des Netzes angeschlossen ist.

Nicht durchführbar ist

1. eine unsymmetrische Belastung im Vierleiternetz, wenn der Sternpunkt des Reglers nicht an den Netznulleiter angeschlossen ist,
2. die Neubildung oder Stützung des Nullpunktes.

In beiden Fällen müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden. Diese bestehen meistens darin, einen gesonderten Nullpunktstransformator anzubringen, oder den Regler mit einer Sparzickzackwicklung oder einer Dreiecksausgleichwicklung zu versehen. Wie nachgewiesen[7]), ist die erste Lösung unter allen Umständen die günstigste. Besonders die Stützung des Nullpunktes wird oft dann nötig, wenn die Niederspannungsleitung, an deren Ende die unsymmetrische Belastung auftritt, sehr lang ist, so daß infolge der Spannungsabfälle in dem belasteten Phasenleiter und dem womöglich noch schwächer ausgeführten Nulleiter eine unerwünschte Verlagerung des Sternpunktes auftritt. Da nun die Regler schon aus Gründen der Preisgestaltung vorwiegend mit nur einer gemeinsamen Regelung für alle drei Phasen ausgerüstet werden, wobei die Spannung einer derselben konstant gehalten wird, so kann es vorkommen, daß in den beiden anderen Phasen erhebliche Spannungsabweichungen auftreten, die je nachdem, welche Phase belastet ist, positiv oder negativ sein können. Dieser Nachteil kann durch die Verwendung einer Nullpunktsdrossel stark gemindert werden.

Kompoundierung.

Das Steuerorgan der Regler kann man durch ein stromabhängiges Glied so beeinflussen, daß mit steigender Durchgangslast die geregelte Spannung ansteigt, wodurch der in den Leitungen zwischen Regler und Abnehmer auftretende Spannungsabfall ausgeglichen wird. Hierbei ist zu beachten, daß die Summe vor erforderlichem Regelbereich und Kompoundierung nicht größer als der am Regler verfügbare Regelbereich sein darf. Hierauf ist bei der Bemessung des Regelbereiches Rücksicht zu nehmen.

Weiterhin ist zu beachten, daß eine Kompoundierung fehl am Platze sein kann, wenn die hinter dem Regler liegenden Abnehmer längs der Leitung verteilt sind, da diese dann je nach Entfernung vom Regler eine verschieden hohe Spannung erhalten.

Parallelschaltung.

Zwei Regler kann man nicht ohne weiteres parallel schalten, auch wenn sie genau gleicher Bauart sind. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn ihre Stufenspan-

[7]) H. Gugel, ETZ 58 (1937) H. 26, S. 705.
[8]) K. Langrehr, AEG-Mitt. (1932) S. 57.

Digitized by Google

nung groß ist. Bei Feinreglern, bei denen z. B. die Stufenspannung gleich der Windungsspannung ist und somit sehr niedrig liegt (1 bis 2 V), kann je nach Reglerbauart unter Umständen durch Parallelschaltung über einen Drosselsatz der auftretende Ausgleichstrom in tragbaren Grenzen gehalten werden.

Weiterhin ist es nicht ohne weiteres möglich, zwei Regler im Ring zu schalten; hier gilt ebenfalls das oben Gesagte. Da jedoch Spannungsregler im allgemeinen nur zur Verbesserung der Spannung in Stichleitungen und Netzausläufern verwendet werden, weil z. B. mehrfach gespeiste und vermaschte Netze meist nur geringe Spannungsabfälle aufweisen, dürfte diese Beschränkung der Vielseitigkeit nicht allzu sehr ins Gewicht fallen.

Anpassung eines gegebenen Reglers an andere Regelbereiche und Durchgangsleistungen.

Wie bereits gezeigt, ist die Eigenleistung eines Reglers in Sparschaltung z. B. gegeben durch $L = 1{,}5\,N\,u/U$. Bei einer gegebenen Eigenleistung des Reglers bedeutet dies folgendes:

1. Verringert man den Regelbereich bei gleichbleibender Nennspannung z. B. durch Verwendung eines Zusatztransformators (Abb. 5), so steigt die Durchgangsleistung

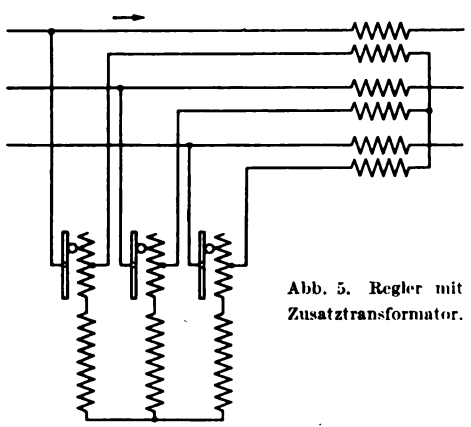


Abb. 5. Regler mit Zusatztransformator.

proportional, und umgekehrt. Es ist demnach möglich, durch Verwendung eines solchen einen gegebenen Reglertyp verschiedenen Verhältnissen anzupassen. Hiervon wird teilweise bereits von seiten der Hersteller Gebrauch gemacht, die bestimmte Serien mit verschiedenen Regelbereichen bauen und die Anpassung von Fall zu Fall mit Zusatztransformatoren vornehmen. Man kann demnach durch Verwendung eines solchen Zusatztransformators, dessen Übersetzung beispielsweise 2 : 1 ist, den ursprünglichen Regelbereich in bezug auf das Netz halbieren und damit die regelbare Durchgangsleistung verdoppeln. Umgekehrt läßt sich durch geeignete Wahl des Übersetzungsverhältnisses ein zu kleiner Regelbereich unter Verringerung der Durchgangsleistung vergrößern.

2. Ein Regler, der an eine kleinere Spannung als die gelegt wird, für die er bestimmt ist (sofern die Automatik dies zuläßt), verringert seine Durchgangsleistung und seinen Regelbereich im gleichen Verhältnis. Dies ergibt sich daraus, daß infolge des verminderten Flusses auch die Eigenleistung L sinkt. Dabei ist jedoch bemerkenswert, daß der prozentuale Regelbereich konstant bleibt. Wird hierbei jedoch die Induktion konstant gehalten, z. B. dadurch, daß die Erregerwicklung für die gebräuchlichen Nennspannungen umschaltbar oder angezapft ist, wie dies von einigen Herstellern allgemein vorgesehen wird, so bleibt die Eigenleistung und der Regelbereich beim Anlegen an eine niedrigere Spannung konstant, nur die Durchgangsleistung sinkt. Hierbei ist zu bemerken, daß, da der Regelbereich seinem absoluten Werte nach unverändert bleibt, die Nennspannung jedoch sinkt, der prozentuale Regelbereich demnach steigt. Bei Umschaltung von 380 V auf 220 V bleibt demnach ein Regelbereich von beispielsweise ± 40 V bestehen, der prozentuale Bereich steigt aber von ± 10 % auf ± 17,3 %. Dieser Bereich wird oftmals als unnötig hoch empfunden; unter Verwendung eines Zusatztransformators 1,73 : 1 kann jedoch der Regelbereich auf ± 10 % ermäßigt, dafür die Durchgangsleistung auf das 1,73fache des gesunkenen Wertes, d. h. also auf seine ursprüngliche Höhe, gehoben werden.

Da bei Zusatztransformatoren die Leistungen beider Wicklungen gleich sind, ist hierbei die Typenleistung

$$L_z = 2 \cdot 0{,}5\,u\,I_s\sqrt{3},$$

d. h. die Eigenleistungen von Regler und Zusatztransformator sind gleich. Letzterer wird aber wesentlich billiger als der Regler, weil bei ihm Automatik, Antrieb, Anzapfungen usw. fortfallen.

Mit Hilfe von Zusatztransformatoren läßt sich also eine wesentliche Erweiterung des Anwendungsbereiches von Reglern erzielen.

Aufstellung.

Bei der Spannungsregelung an einer geschlossenen Anlage, z. B. einer kleinen Fabrik oder einem Gutshof, wird man stets einen geschlossenen Raum finden, in dem der Regler untergebracht werden kann. Bei der Verwendung für verstreute Abnehmer, z. B. in Ortsteilen, ist dies nicht immer der Fall. Vorzugsweise werden deshalb in solchen Fällen die Regler auf Masten (Abb. 6), seltener

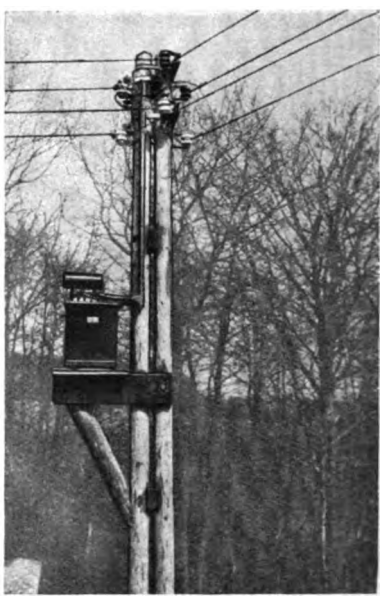


Abb. 6. Mastaufstellung eines Reglers.

bei Eisenmasten im (umkleideten) Fuß derselben angebracht. Vorbedingung bei der Anbringung an der Spitze des Mastes ist eine verhältnismäßig große Wartungsfreiheit des Reglers.

Zusammenfassung.

Der Regler in Sparschaltung ist für die Niederspannungsnetzregelung infolge seines hohen Wirkungsgrades und niedriger Blindstromaufnahme, seiner vielseitigen Verwendbarkeit und seiner im allgemeinen geringen Wartung sehr gut geeignet. Bei reinem Motorenbetrieb genügen Regler mit wenigen groben Stufen, in gemischtem Licht- und Motorenbetrieb sind Regler mit feinerer Stufung vorzuziehen. Die Anwendungsbereiche werden durch die Verwendung von Nullpunkts- und Zusatztransformatoren sowie durch Kompoundierung wesentlich erweitert.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat die Bestimmungen für Steckvorrichtungen, die in VDE 0610 enthalten sind, überarbeitet. Der neue Entwurf zu

VDE 0620 „Vorschriften für Steckvorrichtungen bis 750 V 100 A"

wird nachstehend bekanntgegeben. Einsprüche sind bis zum 15. Januar 1938 der Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

VDE 0620

Vorschriften für Steckvorrichtungen bis 750 V 100 A.

Inhaltsübersicht.

§ 1. Geltungsbeginn.
§ 2. Geltungsbereich.
§ 3. Begriffe.
§ 4. Aufschriften.
§ 5. Spannung und Stromstärke.
§ 6. Normen.
§ 7. Allgemeine Bauvorschriften.
§ 8. Leitungsanschlüsse.
§ 9. Kriech- und Luftstrecken.
§ 10. Berührungsschutz.
§ 11. Isolation.
§ 12. Schaltleistung. Verhalten im Gebrauch.
§ 13. Mechanische Festigkeit.
§ 14. Zugentlastung und Verdrehungsschutz.
§ 15. Wärmesicherheit.
§ 16. Installationssteckdosen.
§ 17. Stecker und Kupplungsdosen.
§ 18. Gerätesteckvorrichtungen.
§ 19. Warmgerätesteckdosen.
§ 20. Geräteanschlußleitung.
§ 21. Gesperrte und verriegelte Steckvorrichtungen.
§ 22. Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt.
§ 23. Mehrfachsteckdosen.
§ 24. Reihenfolge und Bewertung der Prüfungen.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für Steckvorrichtungen, die nach dem ..... hergestellt werden[1]).

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für 2- und 3polige

Installations-Steckvorrichtungen,
Kupplungs-Steckvorrichtungen (Kupplungen),
Gerätesteckvorrichtungen

ohne und mit Schutzkontakt für Nennspannungen von 250 bis 750 V und Nennstromstärken von 6 bis 100 A.

b) Steckvorrichtungen für Fernmelde- und Rundfunkzwecke unterliegen nicht diesen Vorschriften.

Für schlagwettergeschützte Steckvorrichtungen gilt VDE 0170 „Vorschriften für die Ausführung schlagwettergeschützter elektrischer Maschinen, Transformatoren und Geräte V.S.S.".

§ 3.

Begriffe.

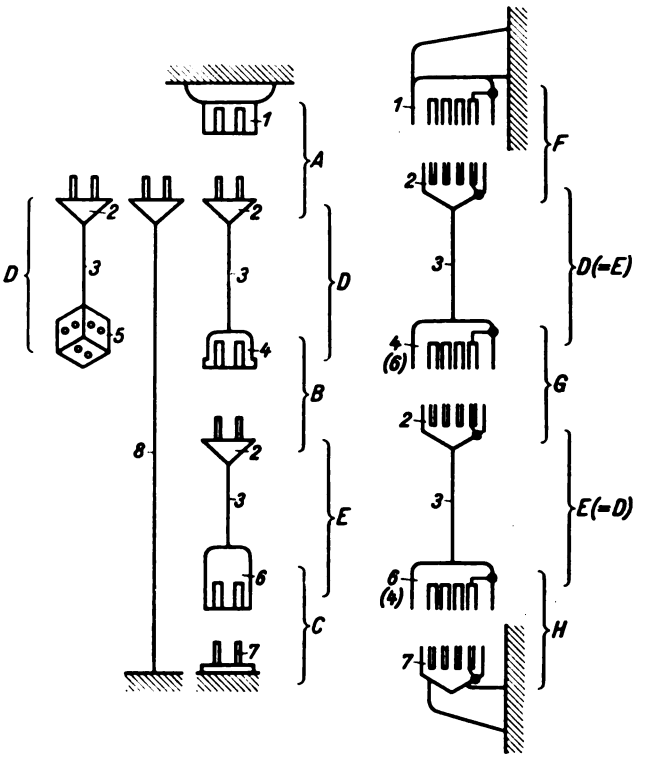
a) Begriffe für die Teile von Steckvorrichtungen siehe Abb. 1.

[1]) Genehmigt durch .....

b) Der Schutzkragen des Gerätesteckers ist eine Vorrichtung am Gerät, die beim Einführen der Gerätesteckdose als Berührungsschutz und gegebenenfalls als Schutzkontakt dient sowie die Kontaktstifte und deren Isolation gegen überlaufende Flüssigkeit und vor mechanischer Beschädigung schützt.

c) Der Schutzkontakt dient zum Anschluß und zur Verbindung von Schutzleitungen.

d) Schutzleitung ist der Sammelbegriff für die leitende Verbindung zwischen dem zu schützenden Gerät und dem Erder (bei Erdung), dem Nulleiter (bei Nullung) oder dem Schutzschalter (bei Schutzschaltung).



A	Installationssteckvorrichtung	*1*	Wandsteckdose
B	Kupplungssteckvorrichtung	*2*	Stecker
C	Gerätesteckvorrichtung	*3*	bewegliche Anschlußleitung
D	Verlängerungsleitung	*4*	Kupplungsdose
E	Geräteanschlußleitung	*5*	Mehrfachkupplung
F	Kragensteckvorrichtung	*6*	Gerätesteckdose
G	Kupplungssteckvorrichtung	*7*	Gerätestecker
H	Gerätesteckvorrichtung	*8*	Anschlußleitung

Abb. 1.

e) Gesperrte Steckvorrichtungen sind solche, deren Betätigung erst nach Lösen der Sperrung mittels Schlüssels oder Werkzeugs möglich ist.

f) Verriegelte Steckvorrichtungen sind solche, die mit Leistungsschaltern derart verriegelt sind, daß das Stecken und Ziehen des Steckers nur bei geöffnetem Schalter möglich ist.

g) Gegenseitig verriegelte Steckvorrichtungen sind solche, bei denen außer der Verriegelung nach f) ein Unterspannungsetzen der Steckdosenkontakte bei gezogenem Stecker verhindert oder deren Zugänglichkeit vollständig aufgehoben ist.

h) Mehrfachsteckdosen (zur Befestigung auf oder in der Wand oder als Mehrfachkupplung an beweglicher Zuleitung) sind solche, die zur gleichzeitigen Aufnahme mehrerer Stecker geeignet sind.

i) Warmgerätesteckvorrichtungen sind Gerätesteckvorrichtungen, die betriebsmäßig auch bei Umgebungstemperaturen von mehr als 60° verwendet werden.

k) Nennspannung ist die Spannung, für die die Steckvorrichtung gebaut und benannt ist.

l) Nennstrom ist die Stromstärke, für die die Steckvorrichtung gebaut und benannt ist.

Digitized by Google

m) Kriechstrecke ist der kürzeste Weg längs der Oberfläche eines Isolierteils zwischen Spannung führenden Teilen gegeneinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und Erde oder der Berührung zugänglichen Stellen.

n) Luftstrecke ist der kürzeste Luftabstand Spannung führender Teile gegeneinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und Erde oder der Berührung zugänglichen Stellen.

o) Isolierstoff ist der Sammelbegriff für alle isolierenden Werkstoffe, wie z. B. keramische Isolierstoffe, nicht keramische Isolierpreßstoffe, Glimmer, Hartpapier usw.

p) Erde sind unmittelbar mit der Erde verbundene Metallteile oder Anlageteile, die von mit der Erde in Berührung stehenden Personen berührt werden.

§ 4.

Aufschriften.

a) Nachstehende Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich auf dem Hauptteil so angebracht sein, daß sie an der montierten Steckdose bei lösbarer Abdeckung nach deren Entfernung sichtbar sind:

Ursprungszeichen,
Nennspannung,
Nennstromstärke,
Stromart, falls die Steckvorrichtung nur für eine Stromart bestimmt ist.

An Steckern, Kupplungsdosen und Gerätesteckdosen müssen diese Bezeichnungen so angebracht sein, daß sie ohne Demontierung des Gerätes sichtbar sind.

Die Bezeichnung von Stromstärke und Spannung kann z. B. sein: 10 A 250 V oder 10/250 oder $\frac{10}{250}$.

Warmgerätesteckvorrichtungen müssen außerdem mit **T** bezeichnet sein.

b) Steckvorrichtungen ohne Sperrung und ohne Verriegelung für 380 V Nennspannung müssen die Aufschrift tragen: „220/380 V".

c) Nichtkeramische, gummifreie Isolierstoff-Preßteile müssen, soweit es technisch ausführbar ist, das vom Staatlichen Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, erteilte Überwachungszeichen tragen, das gleichzeitig Herkunft und Typ erkennen läßt.

d) Die Anschlußstelle für die Schutzleitung ist durch ⏚ zu kennzeichnen.

§ 5.

Spannung und Stromstärke.

a) Steckvorrichtungen dürfen nur für eine der nachstehenden Nennspannungen gebaut sein: 250, 500, 750 V und für Drehstromnetze mit geerdetem Nulleiter 220/380 V.

b) Nennstromstärken sind: 6, 10, 15, 25, 60, 100 A.

c) Für Installationssteckvorrichtungen und Warmgerätesteckvorrichtungen ist die Mindeststromstärke 10 A.

d) Zweipolige Gerätesteckvorrichtungen nach DIN VDE 9490 müssen für 10 A 250 V gebaut sein.

e) Zweipolige Kleingerätesteckvorrichtungen nach DIN VDE 9493 müssen für 6 A 250 V gebaut sein.

f) Polverwechselbare zweipolige Steckvorrichtungen müssen für Gleich- und Wechselstrom gebaut sein.

§ 6.

Normen.

a) Nachstehende Normen müssen eingehalten werden:

DIN VDE 430 Stahlpanzerrohrgewinde; Gewindeform,
„ „ 6200 Anschlußbolzen, Konstruktionsblatt,
„ „ 6206 Anschlußklemmen,
„ „ 9398 Sicherungspatronen 250 V für Steckdosen nach DIN VDE 9402

b) Ausführungen nach nachstehenden Normen sind anzustreben:

DIN VDE 55 Schutzarten für Installationsmaterial[2]),
„ „ 6250 Einführungsöffnungen[2]),
„ „ 9040 Stopfbuchsverschraubungen aus Metall,
„ „ 9041 Stopfbuchsverschraubungen aus Isolierpreßstoff,
„ „ 9070 Unterputzdosen aus Kunstharzpreßstoff[2]),
„ „ 9100 Mittenabstände für Sockel-Befestigungslöcher[2]),
„ „ 9402 Zweipolige Steckdose 10 A 250 V,
„ „ 9403 Zweipoliger Stecker 10 A 250 V,
„ „ 9424 Wandsteckdose 15 und 25 A 250 und 220/380 V,
DIN VDE 9425 Wandstecker 15 und 25 A 250 und 220/380 V,
„ „ 9440 Zweipolige Schutzkontaktsteckdose 10 A 250 V,
„ „ 9441 Zweipoliger Schutzkontaktstecker 10 A 250 V,
„ „ 9450 Dreipolige Steckdose mit Schutzkontakt, metallgekapselt, 15 bis 100 A 220/380 und 500 V,
„ „ 9451 Dreipoliger Stecker mit Schutzkontakt, metallgekapselt, 15 bis 100 A 220/380 und 500 V,
„ „ 9490 Zweipolige Gerätesteckvorrichtung 10 A 250 V,
„ „ 9493 Klein-Gerätesteckvorrichtung 6 A 250 V.

Nicht genormte Ausführungen und Bauteile dürfen mit genormten nicht verwechselbar sein, wenn hierdurch die Sicherheit beeinträchtigt werden kann.

§ 7.

Allgemeine Bauvorschriften.

a) Steckvorrichtungen mit mehr als 2 Polen müssen so eingerichtet sein, daß eine Vertauschung von Polen durch falsches Stecken verhindert ist.

b) Stecker dürfen nicht in Dosen für höhere Nennspannungen und Nennstromstärken passen.

c) Steckvorrichtungen, die für eine Stromart bestimmt sind, dürfen nicht mit solchen anderer Stromart verwechselbar sein.

d) Schrauben, die Kontakte vermitteln, müssen aus Metall bestehen und in metallenes Muttergewinde eingreifen.

e) Kontaktflächen müssen elektrisch gut leitend und so beschaffen sein, daß ein die Sicherheit der Steckvorrichtung beeinträchtigendes Ansteigen des Kontaktwiderstandes, z. B. durch Oxydbildung, verhindert wird.

f) Bei tropfwassergeschützten Steckdosen muß das Anbringen einer Ablauföffnung von etwa 5 mm Durchmesser für Kondenswasser möglich sein.

g) Der Raum für die anzuschließenden Leitungen muß so bemessen sein, daß durch die Leitungen die Wirkungsweise der Steckvorrichtung nicht beeinträchtigt wird.

h) Einführungsöffnungen für Leitungen müssen so ausgebildet sein, daß die Schutzumhüllungen der Leitungen (Gummihülle, Beflechtung, Mäntel der Rohrdrähte, Rohre usw.) mit in das Gerät eingeführt werden können.

i) Kanten, durch die die Isolation der Leitungen beschädigt werden kann, müssen vermieden werden.

k) Hülsen und Stifte dürfen an den Isolierteilen nicht drehbar befestigt sein.

l) Wandsteckdosen müssen so gebaut sein, daß sie zuverlässig befestigt werden können.

§ 8.

Leitungsanschlüsse.

a) Steckvorrichtungen müssen nur durch Werkzeug bedienbare Anschlußschrauben für die Leitungen haben.

b) Die Anschlußklemmen für die Leitung müssen so beschaffen sein, daß der Anschluß mit genügendem Kontaktdruck ohne Beschädigung der Leitung erfolgen kann. Das Ausweichen der Leitung und das Abspleißen einzelner Drähte muß zuverlässig verhindert sein.

Die Anschlußklemmen müssen außerdem so eingerichtet sein, daß die Leitungen ohne besondere Zurichtung (wie z. B. Biegen einer Öse) angeschlossen werden können und ihre Lage beim Anziehen der Schrauben nicht unzulässig ändern.

c) Schrauben und Muttern, die bei Einbau und Anschluß von Steckvorrichtungen bedient werden müssen, dürfen nicht zur Befestigung von Kontaktteilen dienen, wenn durch deren Lageänderung Kriech- und Luftstrecken unterschritten oder die Wirkungsweise der Steckvorrichtung beeinträchtigt werden kann.

d) Bestehen Anschlußklemmen und Hülsen bzw. Steckerstifte aus mehreren Teilen, so muß deren Verbindung so zuverlässig sein, daß eine Lockerung im Gebrauch nicht eintreten kann.

e) Die Anschlußstellen der Stecker, Kupplungssteckdosen und Gerätesteckdosen müssen nach außen eine feste Abdeckung haben.

f) Die Einführungsstelle für die beweglichen Leitungen muß so ausgebildet sein, daß scharfe Knickungen verhindert werden.

Metallschläuche dürfen als Einführungsschutz nicht verwendet werden.

g) Bei Geräten über 10 A sind Schutzwendeln unzulässig. Falls Schutzwendeln bei Geräten bis 10 A verwendet werden, darf deren lichter Durchmesser an der engsten Stelle nicht kleiner als 10 mm sein.

Zur Prüfung der metallenen Schutzwendel wird die Gerätesteckdose ohne Zuleitung auf einen Gerätestecker nach

[2]) In Vorbereitung.

Digitized by Google

DIN VDE 9490, der unter einem Winkel von 45° montiert ist, aufgesteckt. Die Wendel wird dann in einem Abstand von 50 mm — von der Austrittsstelle aus gemessen — mit 250 g belastet. Bei dieser Belastung muß das freie Ende der Wendel zwischen 20 und 50° gegenüber der Ausgangsstelle liegen. Zur Prüfung der Schutzwendel auf Abreißen wird die Gerätesteckdose ohne Zuleitung so angeordnet, daß die Schutzwendel senkrecht nach unten gerichtet ist. Dann wird die Schutzwendel 30 s lang mit 5 kg belastet. Ein Herausreißen der Schutzwendel darf nicht erfolgen.

§ 9.

Kriech- und Luftstrecken.

a) Nachstehende Kriech- und Luftstrecken dürfen nach ordnungsmäßigem Anschluß der Leitungen größtmöglichen Querschnittes nicht unterschritten sein:

	220/380 V	500 V	750 V
1. Kriechstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und der Wand (auch bei Verwendung von Vergußmasse) . . . . mm	6	10	12
2. Kriechstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen . . . . . mm	4	6	8
3. alle anderen Kriechstrecken . . . mm	3	5	7
4. Luftstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und der Wand . . . . . mm	4	6	8
5. Luftstrecken zwischen Spannung führenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen . . . . . mm	6	10	12
6. alle anderen Luftstrecken . . . . . mm	2	4	6

b) Kriech- und Luftstrecken nach a) Ziffer 2 und 5 müssen auch gegenüber den Befestigungsschrauben für den Sockel eingehalten werden und zwar unter Berücksichtigung von Schrauben nach DIN 84.

c) Kriech- und Luftstrecken müssen auch bei eingeführtem Stecker vorhanden sein.

§ 10.

Berührungsschutz.

a) Spannung führende Teile müssen im Gebrauchszustand der Steckvorrichtung (auch bei deren Bedienung) der zufälligen Berührung entzogen sein. Die Steckdosen müssen so ausgebildet sein, daß einpoliges Einführen eines zur Steckdose gehörenden Steckers bis zur Kontaktgabe unmöglich ist.

b) Lackierung, Emaillierung und Oxydierung von Metallteilen gelten nicht als Isolierung.

c) Steckvorrichtungen mit Tropf-, Spritz- oder Schwallwasserschutz sowie für Nennspannungen über 250 V müssen einen Schutzkontakt haben. Schutzwendeln müssen mit der Anschlußschraube für die Schutzleitung verbunden sein. Bei Steckdosen für durchgehende Leitungen muß für die Weiterführung der Schutzleitung eine Anschlußmöglichkeit vorhanden sein.

d) Abdeckungen dürfen nur mittels Werkzeuges entfernbar, ihre Befestigungsmittel nicht Spannung führend sein.

e) Metallgehäuse und Abdeckungen, die der Berührung zugänglich sind, müssen zum Anschluß einer Schutzleitung eingerichtet oder mit einer haltbaren Isolierschicht ausgekleidet sein. Die Schutzleitung muß innen und außen am Gehäuse angeschlossen werden können. In die Wand einzulassende Gehäuse aus Metall sind ohne Schutzleitungsanschluß zulässig, wenn ihre Vorderseite mit Isolierstoff abgedeckt ist und zwischen den Kontaktteilen der Dose mit eingeführtem Stecker und nicht Spannung führenden Metallteilen, welche unterhalb der Isolierstoffabdeckung liegen (die z. B. zur Befestigung des Doseneinsatzes im Gehäuse dienen), Kriechstrecken nach § 9a) Ziffer 3 eingehalten sind. Sind die Isolierstoffabdeckungen an solchen Metallteilen befestigt, so dürfen die Köpfe der Befestigungsschrauben der Berührung zugänglich sein.

Bestehen Metallabdeckungen aus mehreren Teilen, so müssen sie leitend miteinander verbunden sein.

f) Mit einem Tastfinger nach DIN VDE 300 wird festgestellt, ob eine zufällige Berührung Spannung führender Teile möglich ist.

Die Prüfung erfolgt im Gebrauchszustand der Steckdose (mit eingesetztem Stecker) nach Schaltbild in DIN VDE 300.

Bei genormten Steckvorrichtungen gilt der durch die Einhaltung der Normen gewährleistete Berührungsschutz während des Einsteckens als ausreichend.

§ 11.

Isolation.

a) Steckdosen und Stecker nicht wassergeschützt.

Steckdosen und Stecker werden in gestecktem Zustand zunächst mindestens 4 h bei einer Temperatur von 20 bis 30° und danach 24 h im feuchten Raum bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90% und bei einer Temperatur von 30 ± 2° gelagert.

Die Erzeugung der Luftfeuchtigkeit erfolgt in einem Prüfgerät durch ein Schwefelsäure-Wassergemisch (siehe Abb. 2). Zur Aufnahme der Flüssigkeit dienen Glasschalen, die den Boden des Prüfgerätes möglichst bedecken. Die Flüssigkeitshöhe soll nicht unter 30 mm sein. Es ist verdünnte Schwefelsäure mit einem spezifischen Gewicht von 1,12 ± 0,5% (bei 20°) zu verwenden.

Das Prüfgerät ist an einem vor Temperaturschwankungen geschützten Platz aufzustellen. Die in dem Prüfgerät zu lagernden Prüflinge sollen höchstens $^1/_3$ des Inhaltes des Prüfkastens ausfüllen.

Unmittelbar nach der Lagerung im Feuchtigkeitskasten wird eine Wechselspannung gleich der vierfachen Nennspannung, mindestens aber 1500 V, 1 min lang an die zu prüfenden Teile der Steckdose und des Steckers gelegt.

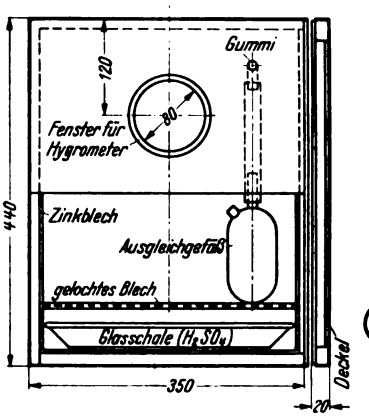


Abb. 2.

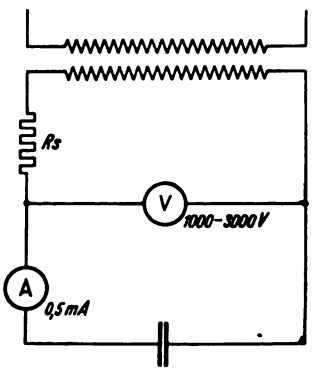


Abb. 3.

Für die Meßanordnung gilt Abb. 3.

Zur Prüfung wird ein Transformator benutzt, dessen Sekundärleistung mindestens 100 VA ist. Die Spannung ist vom halben Wert zum Endwert stetig oder in einzelnen Stufen von etwa je 5% der Endspannung zu steigern.

Die Prüfspannung wird angelegt:

bei Steckvorrichtungen bei gestecktem Stecker

1. zwischen Spannung führenden Teilen verschiedener Polarität;
2. zwischen Spannung führenden Teilen und allen bei gebrauchsfertig montierter Steckvorrichtung berührbaren Metallteilen,
den Sockel- und Abdeckungsbefestigungsschrauben,
einer Stanniolumhüllung,
den etwa vorhandenen Schutzkontakten;

bei Wandsteckdosen und Kupplungsdosen bei nicht gestecktem Stecker

3. zwischen Spannung führenden Teilen und einem Stanniolbelag auf der Vorderseite der Abdeckung;

bei Steckern und Kupplungssteckdosen

4. zwischen Spannung führenden Teilen verschiedener Polarität;
5. zwischen Spannung führenden Teilen und allen sonstigen berührbaren Metallteilen,
den Befestigungsschrauben,
einer um den Stecker- bzw. Steckdosenkörper (mit Ausnahme der Stirnfläche bei Steckern) gelegten Stanniolumhüllung,
den etwa vorhandenen Schutzkontakten.

Die Prüfung der Gerätesteckvorrichtungen erfolgt sinngemäß.

Die Prüfung von Warmgerätesteckdosen nach a) erfolgt an nach § 19 geprüften Geräten.

Bei der Prüfung darf weder Durchschlag noch Überschlag auftreten.

Digitized by Google

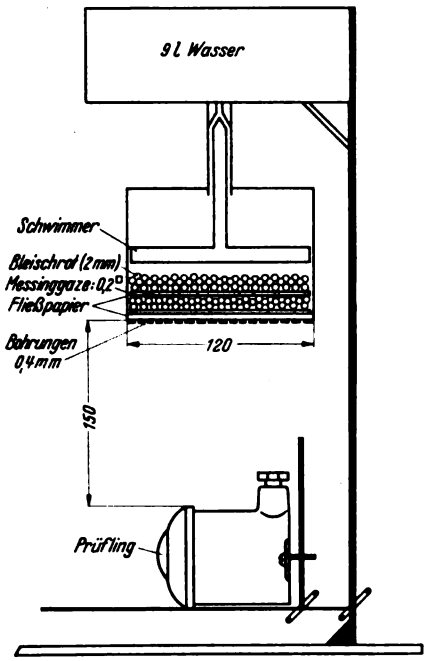
Der Stromdurchgang darf bei einer Prüfspannung von

1500 V nicht höher als 0,75 mA,
2000 V „ „ „ 1 mA,
3000 V „ „ „ 1,5 mA

sein.

b) Steckdosen und Stecker tropfwassergeschützt.

Nach Verschließen der Öffnungen für die Einführung der Leitungen oder Rohre sind die Steckdosen in der Gebrauchslage ohne und mit eingesetztem Stecker der gleichen Schutzart (mit angeschlossener Leitung) mindestens 3 h lang nachstehender Behandlung zu unterziehen:



(Schichtdicke des Bleischrots 10 mm.)
Abb. 4.

An die inneren Abdichtungsstellen der Prüflinge ist wasserlösliches, stark färbendes Pulver (z. B. Anilinfarbe) zu bringen.

Aus einem Gefäß von 12 cm Durchmesser, dessen Boden 25 über die ganze Fläche gleichmäßig verteilte und mit einer Tropfvorrichtung versehene Öffnungen hat (Abb. 4), wird eine Wassermenge von 3 l je Stunde aus einer Fallhöhe von 15 cm auf den Prüfling getropft.

Nach dieser Beanspruchung darf keine Feuchtigkeit in das Innere der Steckdose und des Steckers gelangt sein. Das Farbpulver darf nicht verlaufen sein.

Danach sind die Einsätze der Steckdose sowie der Stecker nach a) zu prüfen.

c) Steckdosen und Stecker wasserdicht.

Nach Verschluß der Öffnungen für die Einführung der Leitungen oder Rohre sind die Steckdosen und Stecker (mit angeschlossener Leitung) nachstehender Behandlung zu unterziehen:

An die innere Abdichtungsstelle der Steckdose und des Steckers ist wasserlösliches, stark färbendes Pulver (z. B. Anilinfarbe) zu bringen.

Der Prüfling wird 24 h in der Gebrauchslage so unter Wasser von $20 \pm 5°$ gesetzt, daß er etwa 5 cm vom Wasser überdeckt ist.

Nach dieser Beanspruchung darf keine Feuchtigkeit in das Innere der Steckvorrichtung gelangt, das Farbpulver darf nicht verlaufen sein.

Danach sind die Einsätze der Steckdosen bzw. die Stecker nach a) zu prüfen.

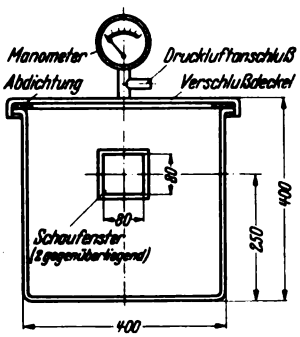


Abb. 5.

d) Steckdosen und Stecker druckwasserdicht.

Vorbehandlung wie unter c). Die Steckdosen und Stecker sowie Steckdosen mit eingesetztem Stecker werden in einem Gefäß nach Abb. 5, völlig unter Wasser von $20 \pm 5°$ gesetzt, 30 min lang einem Druck von 0,75 atü unterworfen.

Nach dieser Beanspruchung darf keine Feuchtigkeit in das Innere der Steckvorrichtung gelangt, das Farbpulver darf nicht ausgelaufen sein.

Danach sind die Einsätze der Steckdosen bzw. die Stecker nach a) zu prüfen. *(Schluß folgt.)*

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Besichtigung

Am Freitag, dem 10. Dezember 1937, wird eine Besichtigung der Rundfunkgeräte-Fabrikation der C. Lorenz AG veranstaltet.

Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 10) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 3. 11. 1937 zu ersehen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.
18. 11. 1937 „Über Lichtquellen mit kontinuierlichem ultravioletten Spektrum und ihre Anwendung" (mit Versuchen), Vortragender: Ingenieur G. Jacobi.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.
19. 11. 1937 „Die Auswahl von Drehstrommotoren für Industrieantriebe unter besonderer Berücksichtigung des Kurzschlußläufermotors", Vortragender: Dipl.-Ing. W. Schlotmann VDE.

Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser VDE.
22. 11. 1937 „Die Änderungen der VDE-Vorschriften für Bleikabel und ihr Einfluß auf Herstellung und Montage der Kabel", Vortragender: Ingenieur H. Strobach. Beginn: 18^{30}.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumstr. a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.
23. 11. 1937 „Der Jungingenieur und die Grundlagen für die Planung elektrischer Bahnen", Vortragender: Dr.-Ing. H. Kother VDE.

Stromrichter. Leiter: Dr.-Ing. W. Böhlau VDE.
24. 11. 1937 „Über die Physik von Stromrichtern mit flüssiger Kathode" (1. Teil), Vortragender: Dipl.-Ing. Dobke.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
25. 11. 1937 „Der Fernsehsender Berlin-Witzleben", Vortragender: Dipl.-Ing. W. Slawyk VDE.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
26. 11. 1937 „Hochspannungskabel", Vortragender: Dipl.-Ing. E. Schone VDE.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Danzig. 22. 11. (Mo), 20^{00}, T. H.: „Mittel- und Hochfrequenzmaschinen für große Leistungen" (m. Lichtb.). Obering. J. Tittel VDE.

VDE, Bezirk Hansa, Hamburg. 24. 11. (Mi), 20^{00}, Techn. Staatslehranst.: „Neuere Erkenntnisse der Forschung mit Spannungsstößen" (m. Lichtb.). Dr. J. Rebhan VDE.

VDE, Bezirk Nordmark, Kiel. 23. 11. (Di), 20^{15}, Phys. Inst. Univ.: „Neuerungen bei elektr. Ausrüstungen von Kränen, Aufzügen und stetigen Förderern" (m. Lichtb.). Dir. C. Schiebeler VDE.

VDE, Bezirk Pommern, Stettin. 19. 11. (Fr), 20^{15}, Konzerthaus: „Neue Fortschritte in der elektr. Meßtechnik" (m. Lichtb.). Dr. J. Krönert.

VDE, Bezirk Südsachsen, Stützpunkt Zwickau. 25. 11. (Do), 20^{00}, Gaststätte Penzler, Adolf Hitler-Ring 20: „Neue Fortschritte in der elektr. Meßtechnik". Dr. J. Krönert.

WEI

Typisierung der gummifreien nichtkeramischen Isolierpreßstoffe[1]).

Gemäß dem am 27. 10. 1937 gefaßten Beschluß der Technischen Kommission der Fachgruppe 7, Untergruppen I und II (Preßmassen und Preßteile) der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie (WEI) und im Einverständnis mit der Technischen Vereinigung und dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem wird die bisherige Typisierung der gummifreien nichtkeramischen Isolierpreßstoffe [ETZ 56 (1935) S. 1311] durch die nachfolgende ersetzt. Sie unterscheidet sich von der bisherigen durch:

1. Aufnahme einer weiteren Eigenschaft, der Kerbzähigkeit (Schlagbiegefestigkeit an gekerbten Stäben) zur weiteren Charakterisierung der typisierten Stoffe

[1]) Fußnoten zum Text und zur Tafel S. 1255.

Digitized by Google

2. Aufteilung des bisherigen Typs 1 in 2 neue Typen mit den Bezeichnungen
   Typ 1_1, Typ 1_2
3. Änderung der Bezeichnung des bisherigen Typs T in
   Typ T_2
4. Aufnahme von 6 neuen Typen und zwar:
   Typ T_1, Typ T_3, Typ Z_1, Typ Z_2, Typ Z_3, Typ 6
5. Heraufsetzung der Glutfestigkeit bei Typ K von 2 auf 3
6. Heraufsetzung des Oberflächenwiderstandes bei Typ 8 von 3 auf 4.

Zu 1: Der Einfluß verschiedenartiger Füllstoffstruktur (z. B. körnig oder faserig, Schnitzel oder Bahnen) auf die mechanische Festigkeit kam durch die bisher in der Typisierung aufgeführten mechanischen Eigenschaften (Biege- und Schlagbiegefestigkeit) nicht oder nur unvollkommen zum Ausdruck. Insbesondere erfaßte die Schlagbiegefestigkeit nicht ausreichend die Sprödigkeit bzw. die Zähigkeit der typisierten Stoffe. Daher ist zur schärferen Charakteristik die Kerbzähigkeit aufgenommen worden (Schlagbiegeversuch an gekerbten Normalstäben)[2]).

Zu 2 bis 4: Die Aufnahme der Kerbzähigkeit in die Typisierung machte die Unterteilung bzw. die Aufnahme neuer Typen notwendig.

Zu 4: Typ 6 stellt einen in seinen Eigenschaften verbesserten Typ 7 dar und bietet so die Möglichkeit, devisengebundene Rohstoffe besser zu verwerten.

Zu 5 und 6: Die laufende Überwachung seitens des Staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem zeigte, daß diese Stoffe in den letzten Jahren ständig höhere Werte aufwiesen, als den bisherigen Angaben entsprach.

Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Typisierung der gummifreien, nichtkeramischen Isolierpreßstoffe[1]).

Typ	Zusammensetzung[3])	mechanische Eigenschaften: Biegefestigkeit[4])[6]) mind. kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit[4])[6]) mind. cmkg/cm²	Kerbzähigkeit[2])[6]) mind. cmkg/cm²	thermische Eigenschaften: Wärmefestigkeit[4])[6]) nach Martens mind. °C	Glutfestigkeit[5])[6]) mind. Gütegrad	elektrische Eigenschaften[7]): Oberflächenwiderstand[4])[6]) nach 24std. Liegen in Wasser mind. Vergleichszahl	Verarbeitungsart
1_1	Phenolharz mit anorganischem Füllstoff	500	3,5	1,0	150	4	3	Warmpressung
1_2		500	3,5	2,0				
M		700	15,0	15,0				
0	Phenolharz mit Holzmehl als Füllstoff	600	5,0	2,0	100	2	3	Warmpressung
8		700	6,0	1,5	125	3		
T_1	Phenolharz mit Textilfaser als Füllstoff	600	6,0	6,0	125	2	3	Warmpressung
T_2		600	12,0	12,0				
T_3[10])		800	25,0	—				
Z_1	Phenolharz mit Zellstoff als Füllstoff	600	5,0	3,5	125	3	3	Warmpressung
Z_2		800	8,0	5,5				
Z_3[10])		1200	15,0	10,0				
K	Harnstoffharz mit org. Füllstoff	600	5,0	1,2	100	3	4	Warmpressung
6	Naturharz, natürl. oder künstl. Bitumen mit anorg. Füllstoff[8])	350	3,5	—	65	2	3	Warmpressung
7		250	1,5	—		1		
8	natürl. oder künstl. Bitumen m. anorg. Füllstoff[8])	150	1,0	—	45	3	4	Warmpressung
A	Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	300	15,0	—	40	1	3	Warmpressung
2	Kunstharz mit Asbest u. anderem anorg. Füllstoff[8])	350	2,0	—	150	4	3	Kaltpressung
3		200	1,7	—				
4	natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. anderem anorg. Füllstoff[8])	150	1,2	—	150	4	3	Kaltpressung
Y	Bleiborat m. Glimmer[8])	1000	5,0	—	400	5	4	Warmpressung
X	Zement oder Wasserglas mit Asbest u. anderem anorg. Füllstoff	150	1,5	—	250	5	—[9])	Kaltpressung

Fußnoten zum Text und zur Tafel.

[1]) Über die frühere Einteilung der gummifreien nichtkeramischen Isolierpreßstoffe vgl. ETZ 44 (1923) S. 137; ETZ 45 (1924) S. 730; ETZ 46 (1925) S. 979 (Klassifizierung); ETZ 49 (1928) S. 1094; ETZ 53 (1932) S. 708; ETZ 56 (1935) S. 1311 (Typisierung).

Die Bezeichnung „Isolierpreßstoffe" umfaßt auch die im Wege des Preßspritzverfahrens zu verarbeitenden Stoffe.

[2]) In den Normalstab nach VDE 0302/1924 wird durch Sägen, Fräsen oder dergl. ein ungefähr 2 mm breiter ⊔-Kerb in der Mitte einer der 15 mm breiten Flächen quer, d. h. senkrecht zur Stabachse, eingearbeitet. Die Kerbtiefe wird so gewählt, daß der Restquerschnitt 1 cm² beträgt, d. h. die Kerbtiefe rd. 3,3 mm ist. Der Kerbgrund soll möglichst keine Abrundungen aufweisen, der höchstzulässige Abrundungsradius muß unter 0,2 mm bleiben. Der Stab wird mittels des 40 cmkg-Normalpendelschlagwerkes bei 20 ± 2 geschlagen, wobei der Kerb der Schlagfinne abgewandt ist. Zu beachten ist hierbei, daß die Kerbmitte genau in der Mittelebene des schlagenden Pendels liegen muß. Für einige der Typen konnte die Kerbzähigkeit noch nicht angegeben werden, da nicht genügend Ergebnisse vorlagen. Die Mindestwerte für die Kerbzähigkeit dieser Typen werden später veröffentlicht.

[3]) Unter Phenolharz sind alle härtbaren Kunstharze auf der Basis von Phenolen, d. h. Phenol, Kresol usw. zu verstehen.

Unter Harnstoffharz sind alle härtbaren Kunstharze auf der Basis von Harnstoff, Thio-Harnstoff und deren Abkömmlingen zu verstehen.

Nach dem jetzigen Stande der Technik werden die Werte mit folgenden Füllstoffarten und -strukturen erreicht:

für Typ 1_1 mit körnigem, anorganischem Füllstoff, z. B. Gesteinsmehl
„ Typ 1_2 mit faserigem, anorganischem Füllstoff, z. B. Asbestfaser
„ Typ M mit anorganischen Gespinsten, z. B. Asbestschnur
„ Typ T_1 mit kurzer Textilfaser
„ Typ T_2 mit geschnitzeltem Textilgewebe
„ Typ T_3 mit Textilgewebebahnen
„ Typ Z_1 mit kurzfaserigem Zellstoff (Flocken, z. B. Papierflocken)
„ Typ Z_2 mit Zellstoffschnitzeln (z. B. Papierschnitzel)
„ Typ Z_3 mit geschichtetem Zellstoff (z. B. Papierbahnen).

[4]) Nach VDE 0302 „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe". Die Prüfung erfolgt an Proben, die nach den in den Prüfvorschriften angegebenen Abmessungen gepreßt sind.

Zur Herstellung der Probestäbe ist die Preßmasse sinngemäß in gleicher Weise wie zur Herstellung der fertigen Preßstücke zu behandeln.

[5]) Nach VDE 0305 „Leitsätze für die Bestimmung der Glutfestigkeit von Isolierstoffen".

[6]) Die Probestäbe dürfen im Durchschnitt keine geringeren Zahlen als die oben angegebenen Mindestwerte aufweisen.

Digitized by Google

Unterschreitungen der unteren Grenzen durch Einzelwerte sind für die Wärmefestigkeit bis höchstens 5%, für die Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit und Kerbzähigkeit bis höchstens 10% zulässig. Für den Oberflächenwiderstand und die Glutfestigkeit dürfen auch die Einzelwerte die festgelegte Mindestzahl nicht unterschreiten.

Für die Typen sind lediglich die Mindestwerte, also die unteren Grenzen der maßgebenden Eigenschaften, festgelegt. Daher sind Überschreitungen der unteren Grenzen nach oben die Regel und in Anbetracht ausreichender Sicherheit auch erwünscht. Überschreitet jedoch ein Preßstoff regelmäßig ganz erheblich die unteren Grenzen eines Typs nach oben, so widerspricht es dem Sinn der Typisierung, ihn mit diesem Typ zu bezeichnen. In diesem Fall ist der Preßstoff in einen höheren Typ einzuordnen, sofern auch die vorgeschriebene Zusammensetzung zutrifft oder, falls dies nicht möglich ist, in einen neuen Typ.

[7]) Für einige besondere Zwecke werden elektrische Sonderanforderungen gestellt. Diese erstrecken sich auf die dielektrischen Verluste, den Widerstand im Innern und den Oberflächenwiderstand. Die Prüfdaten für die elektrischen Sonderanforderungen sind aus nebenstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Typen von gummifreien Isolierpreßstoffen, die außer den normalen mechanischen, thermischen und elektrischen Bedingungen noch den obigen elektrischen Sonderanforderungen genügen, führen die Typenbezeichnung mit einem Stern (Beispiel 0*). Den Sonderanforderungen kann nicht durch alle Typen entsprochen werden.

elektr. Eigenschaft	Widerst. im Innern mind. 5000 MΩ	dielektrischer Verlustfaktor tg δ höchstens 0,1	Oberflächenwiderstand mind. 5000 MΩ
Prüfverfahren	VDE 0303/1929, § 10	VDE 0303/1929, § 22	VDE 0302/1924, Abschn. B 1
Versuchskörper	1 Normalplatte 150 mm × 150 mm, 3 bis 5 mm stark (mit 5 Meßstellen)	2 Normalplatten	1 Normalplatte (ohne Abschleifen der Oberfläche)
Meßspannung	110 V Gleichspannung	100 V Wechselspannung 800 Per/s	1000 V Gleichspannung
Meßzeit	20 s	—	60 s
Vorbehandlung	4 Tage in 80% rel. Luftfeuchtigkeit bei 20° (nach VDE 0308)		1 Tag in Wasser

[8]) Die Zusammensetzung dieser Preßstoffe kann auch von der oben angegebenen üblichen abweichen.

[9]) Für den Typ X ist eine Prüfung des Oberflächenwiderstandes nicht vorgesehen. Bei diesem Typ kommt es nur auf den höheren Grad der Glutfestigkeit und die hierdurch gewährleistete Lichtbogenfestigkeit an. Zu den eigentlichen Isolierstoffen gehört dieser Typ nicht.

[10]) Die Typzeichen T_3 und Z_3 dürfen nur bei solchen Teilen angewandt werden, bei denen beim Preßvorgang der Faserverband in seiner ursprünglichen Anordnung weitgehend erhalten bleibt, also vorzugsweise bei flachen Preßteilen.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. — Dr.-Ing. habil. Eugen Flegler, der Ende vorigen Jahres als a. o. Prof. und Vorstand des Elektrotechn. Institutes der Tung-Chi-Universität nach China ging[1]), ist durch Erlaß des Führers und Reichskanzlers zum ordentlichen Professor im Reichsdienst ernannt und für die weitere Dauer seiner Tätigkeit in China vom Reichsdienst beurlaubt worden.

BRIEFE AN DIE ETZ.

Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn H. Gugel in H. 26 der ETZ 58 (1937) S. 705.

621. 314. 223. : 621. 316. 13. 018. 11

In seinem Aufsatz „Belastung und Stützung des Sternpunktes in Netzen mit Spartransformatoren" stellt Herr H. Gugel fest, daß es im besagten Fall am wirtschaftlichsten ist, einen Netzregler in Sparschaltung und einen Ausgleichtransformator in Zickzackschaltung getrennt aufzustellen. Der angegebene Grund ist richtig, daß ein Regeltransformator in Sternschaltung mit Dreieckausgleichwicklung fast immer unwirtschaftlicher ist, und daß bei der Zickzack-Sparschaltung der Stufenregler selbst zu kompliziert wird. Nun ist aber die Sparzickzackschaltung nach Abb. 1[2]) durchaus brauchbar mit einer Nullpunktsbelastung entsprechend $E_2/\sqrt{3}$. Der in Abb. 1 gezeigte Teil der Wicklung zwischen E_1 und E_2 (auch innerhalb E_2) kann ohne weiteres mit Regelanzapfungen versehen werden bzw. als ±-Regelwicklung ausgeführt werden. Diese Anordnung wird fast immer zweckmäßig sein. Sollte in Sonderfällen die Phasenverschiebung zwischen der primären und der sekundären Spannung unerlaubt sein, wird man meist in der T-Sparschaltung mit einem Nullpunkt die beste Lösung finden.

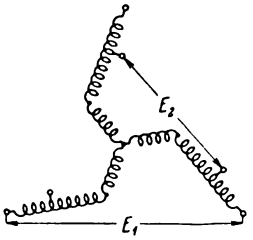


Abb. 1.

Trondheim, 16. August 1937. K. Faye-Hansen.

Stellungnahme zur Zuschrift des Herrn Faye-Hansen.

Herr Prof. Faye-Hansen hat mit der Feststellung, daß die Zickzack-Sparschaltung zur Regelung verwendet werden kann, ohne Zweifel Recht. Die ihr anhaftenden Nachteile halten jedoch bei uns meist von der Anwendung ab. Dies gilt sowohl für große als auch für kleinere Regeltransformatoren. Für die ersteren ist bei den meist vorhandenen Netzverkupplungen die erwähnte Phasenverschiebung unzulässig. Im zweiten Fall läßt folgende Überlegung die Zickzack-Schaltung ausscheiden:

Beim Bau von Niederspannungs- und Kleinreglern muß auf Vereinheitlichung und Vereinfachung, evtl. Serienherstellung der Typen geachtet werden. Da Sternpunktsbelastung ja nicht in allen Fällen vorliegt, ist es unbedingt richtiger, eine Reglertype für symmetrische Last zu entwickeln und je nach Bedarf die Nullpunktsdrosselspule einzubauen bzw. beim Verbraucher aufzustellen.

Daß die T- oder Scott-Schaltung nicht besonders vorteilhaft ist, hat Herr Prof. Faye-Hansen in dem Buch „Die Transformatoren" auf Seite 521 und 522 selbst bewiesen. Er stellt dort fest, daß die Innenleistung der T-Schaltung um rd. 8% größer ist als die der Z-Schaltung. Außerdem steht der Verwendung im Weg, daß zwei Transformatoren benötigt werden.

Berlin-Oberschöneweide, 8. September 1937.

Hans Gugel.

[1]) Vgl. ETZ 58 (1937) H. 6, S. 168.

[2]) Vgl. Arnold-la Cour, Die Transformatoren, S. 518, Abb. 421, Julius Springer, Berlin 1936.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin in Gemeinschaft mit der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. 8 Vorträge über Grundfragen der Elektrizitätswirtschaft mit anschließender Aussprache. Leitung: Prof. Dr.-Ing. Willing. Mittwochs, 18^{15}. Neuer Physiksaal der T. H. Beginn: 24. 11. Die Teilnahme ist kostenlos.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. 24. 11. (Mi), 19^{30}, EB 301 der T. H.: „Über magnetische Forschung in den Vereinigten Staaten". Claus Sixtus.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. W. Jacobi, Berlin-Spandau, Franzstr. 10.
Dr.-Ing. H. Kniepkamp, Berlin-Siemensstadt, Schuckertdamm 328.
Dr.-Ing. H. Grünewald VDE, Berlin-Steglitz, Poschingerstr. 15.
Ing. V. Fritsch VDE, Brünn (ČSR), Jakobsgasse 9.
Ing. A. Kolbe, Berlin-Siemensstadt, Quellweg 65.
Dipl.-Ing. W. Wilshaus, Berlin-Oberschöneweide, Parsevalstr. 1—8.

Abschluß des Heftes: 12. November 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 25. November 1937** **Heft 47**

Über den Sicherheitsgrad von Hochspannungsanlagen.

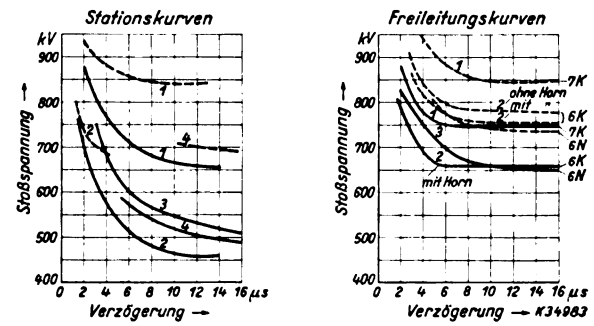
Von **V. Aigner VDE**, Berlin.

621. 315/. 316. 015. 34

Übersicht. Maßnahmen zur Erzielung einer zweckmäßigen Staffelung von Freileitungs- und Stationsisolation im Hinblick auf die Vermeidung von Stationsstörungen werden erörtert*).

Einleitung: Die Untersuchungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen über die Stoßkennlinien von Hochspannungsisolatoren verschiedener Bauart[1]) zeigen, daß es grundsätzlich möglich ist, bei etwa gleichen Mindeststoßüberschlagspannungen eines Satzes einander zugeordneter Freileitungs- und Stationsisolatoren deren Stoßkennlinien durch Änderung der Formgebung weitgehend zu beeinflussen. Von besonderem Wert ist die Erkenntnis, daß sich die angestrebte Hebung der Stoßkennlinien der Stationsisolation mit sinkender Überschlagverzögerung nicht nur durch eine an sich naheliegende Vergrößerung der Baulänge der Isolatoren, sondern u. U. eher durch die angedeuteten Maßnahmen unter Beibehaltung der bisherigen Bauhöhen erreichen läßt. Die bei diesen Versuchen festgestellten Überschläge zwischen offenen Kontakten von Zweistützertrennschaltern für 60 kV infolge zu geringer Öffnungswinkel sowie die Überschläge nach den Zellengittern weisen nachdrücklichst darauf hin, daß die Einhaltung gewisser Mindestschlagweiten allein nicht immer genügt. Vielmehr erscheint eine Abstimmung der verschiedenen Schlagweiten in einer Schaltanlage unter Berücksichtigung der Feldverteilung bei hohen Stoßspannungen zweckmäßig. Zu ähnlichen Feststellungen ist man neuerdings auch in England gekommen, wo eine Stoßprüfung mit der 1|5 µs- und der 1|50 µs-Welle erörtert wird, wobei erstere besonders scharfe Prüfbedingungen ergibt[2]).

Die von der Studiengesellschaft für die Stationsisolation vorgeschlagenen Maßnahmen zur Staffelung der Isolation und der Mindeststoßüberschlagwerte scheinen, abgesehen von ihrer wirtschaftlichen Seite, z. T. im Bereich des technisch Möglichen zu liegen. Bei folgerichtiger Durchführung der Isolationsabstufung müßten die Verzögerungskennlinien aller Isolatoren für sich und in ihrer jeweiligen Zusammensetzung für beide Stoßpolaritäten ermittelt werden, wie dies in Abb. 1 für Stationsisolatoren und Hängeketten nach Kurven der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen dargestellt ist. Man erkennt aus dieser Abbildung, daß die Mindeststoßüberschlagspannungen bei der verwendeten Wellenform (Rechteckwellen) bis zu einer Überschlagverzögerung von etwa 4 µs und weniger bestimmend für die Staffelung der Stoßkennlinien sind, da sich erst bei gegeringeren Verzögerungszeiten Überschneidungen der Kennlinien der Freileitungsisolation und der Stationsisolation zeigen. Von den Überschneidungen der Kennlinien der Freileitungsisolationen untereinander kann in diesem Zusammenhang abgesehen werden. Abb. 1 ist insofern interessant, als sie zeigt — und man kann sie als typisches Beispiel für unsere Hochspannungsanlagen betrachten —, daß die Stoßkennlinien der Stationsisolation bei 100 kV Betriebspannung, insbesondere der gedeckten Station, um mehr als 200 kV unter den Stoßkennlinien, mithin auch den Mindeststoßüberschlagspannungen der Freileitungsisolation liegen. Dies ist dadurch bedingt, daß die Freileitungsisolation die Prüfspannung bei 50 Hz von $2{,}2\,U + 20$ kV und die um 10 % höhere Überschlagspannung bei Regen aushalten bzw. besitzen muß, und daß aus Gründen der Verschmutzung bei 100 kV-Leitungen eher eine siebengliedrige als eine sechsgliedrige Kappenkette



1 Freiluftstützer
2 Hartpapierstützer
3 Gebäudeeinführung mit Porzellanüberwurf
4 Hartpapierdurchführung

1 u. *2* Hängeketten aus 6 bzw. 7 Kappenisolatoren mit und ohne Schutzhorn auf der Leitungsseite
3 Hängekette aus 6 Nebelisolatoren mit Schutzhorn auf der Leitungsseite

——— positive Stoßspannung — — — negative Stoßspannung

Abb. 1. Überschlagsverzögerungs-Kennlinien von Freileitungs- und Stationsisolatoren.

gewählt wird. Mit Rücksicht auf Verschmutzung und die sonstigen Betriebsvorfälle, die zu der Festlegung der Formel geführt haben, wird nach unseren Erfahrungen von einer Isolationsbemessung nach der milderen Prüfspannungsformel $2\,U + 10$ kV kaum Gebrauch gemacht. Aus dieser Darstellung, die wohl eine gewisse Allgemeingültigkeit auch für Anlagen anderer Betriebsspannung haben dürfte (wir verweisen nur auf Anlagen mit Holzmastleitungen ohne Erdseil und ohne Masterdung), folgt, daß man in Kopf-, Durchgangs- und selbst in Verteilungsstationen mit Überspannungen rechnen muß, die, sofern nicht besondere Maßnahmen getroffen werden, zu Überschlägen und damit Störungen führen können.

Abgesehen von der wirtschaftlich schwer tragbaren ausreichenden Erhöhung der Stationsisolation gibt es jedoch Maßnahmen zur Verhütung von Stationsstörungen. Zu diesen Maßnahmen gehören:

a) eine Verminderung der Freileitungs-Mindest-Stoßüberschlagspannung ohne Verringerung des Kriechweges auf einem verhältnismäßig kurzen Leitungs-

*) Nach einem Vortrag, anläßlich der Tagung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen e. V. in Berlin am 27. 10. 1936.

[1]) A. Matthias, Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 103. Vgl. a. J. Rebhan, ETZ 58 (1937) S. 1177.

[2]) T. E. Allibone u. F. R. Perry, J. Instn. electr. Engrs. 78 (1936) S. 257.

Digitized by Google

stück vor der Station in Verbindung mit Erdseilen und einwandfreier Masterdung,

b) die Ableitung der in die Station noch eingedrungenen Überspannungen über geeignet bemessene Spitzenfunkenstrecken an Durchführungen, eine Maßnahme, die von uns bereits vor vielen Jahren erstmalig vorgeschlagen worden ist,

c) die Ableitung der Stationsüberspannung durch neuzeitliche Überspannungsableiter, durch die Stationsüberschläge unter normalen Voraussetzungen überhaupt vermieden werden,

d) die Verwendung sowohl von Überspannungsableitern als auch von Schutzfunkenstrecken.

a) Schutzstrecke vor der Station.

Unter Berücksichtigung der früheren Darlegungen sei von einer Verminderung des Sicherheitsgrades der Freileitungsisolation längs der ganzen Leitung etwa durch Bemessung nach der milderen Formel für die Mindestüberschlagspannung bei Regen und Normalfrequenz

$$U_{ü} = 1{,}1\,(2\,U + 10\ \text{kV})$$

abgesehen, da sie eine Verminderung des Sicherheitsgrades auf 80,5 % bei 200 kV absinkend bis auf 55,5 % bei 3 kV, bezogen auf den der vollen Prüfspannung entsprechenden Sicherheitsgrad bewirkt.

Die grundsätzliche Verwendung einer Freileitungsisolation nach der schärferen Formel $2{,}2\,U + 20$ kV gestattet jedoch, im Bereich der Stationen durch Einstellung der Schutzarmaturen auf die mildere Prüfspannung eine verminderte Stoß- und Mindeststoßüberschlagspannung zu erzielen. Da hierbei der Weg längs der Isolationsoberfläche (Kriechstrecke) voll erhalten bleibt, ist die Isolationssicherheit bei Nebel und Verschmutzung nicht beeinträchtigt. Hier seien einige grundsätzliche Bemerkungen eingeflochten:

Einfluß steiler Wellen. — Mit Rücksicht auf den steilen Wellenrücken, der beim Ansprechen einer Funkenstrecke entsteht, sind Bedenken geäußert worden, eine Leitungsstrecke mit verminderter Stoßüberschlagspannung unmittelbar an die Station anzuschließen. Nach unseren langjährigen Erfahrungen sind wir jedoch der Überzeugung, daß die Steilheit der Wellenstirn und des Wellenrückens für die Gefährdung unserer Umspanner, Strom- und Spannungswandler praktisch belanglos ist, daß vielmehr vornehmlich die Höhe einer Überspannungswelle die Gefährdung bestimmt. Die durch Wanderwellen angestoßenen Eigenschwingungen der Wicklungen können zu hohen Spannungsgradienten in ihnen führen, denen durch ausreichende Isolation und darüber hinaus gänzliche Vermeidung der Schwingungen etwa durch den Einbau schwingungsfreier Transformatoren[3]) begegnet werden kann.

Einfluß einer Wellenverschleifung bzw. Wellenabsenkung auf die Beanspruchung der Umspannerwicklung. — Die etwa erzielte Wellenverflachung durch ein der Station vorgeschaltetes hochisoliertes Leitungsstück hätte die Aufgabe, die Spulenspannung entlang einer Umspannerwicklung herabzusetzen, um Spulen- oder Windungsdurchschläge zu verhindern. Oszillographische Messungen an Umspannern zeigen jedoch, daß mit der Herabsetzung der Stirn- oder Rückensteilheit der Stoßspannungswelle die Spulenspannungen nicht in gleichem Maße abnehmen. Z. B. sank in einem 15 kV-Umspanner die Spannung an der ersten Spule von 60 % auf 30 % der Klemmenstoßspannung, wenn die Stirnlänge der Welle von 0,5 auf 10 µs vergrößert wurde. Einer Verflachung auf den 20fachen Wert steht also nur eine Verminderung der Beanspruchung auf die Hälfte gegenüber.

[3]) J. Biermanns, ETZ 58 (1937) H. 23, 24, 25, S. 622, 659 u. 687.

Anderseits sind aber — bei gleicher Wellenform — die Spulenspannungen genau verhältnisgleich der an der Klemme auftretenden Stoßspannung, so daß eine Spannungsabsenkung durch einen Überschlag auf der Wellenstirn über die der Station vorgelagerte Schutzstrecke oder an einer Schutzfunkenstrecke in der Station oder durch das Ansprechen eines Ableiters eine wesentlich günstigere Wirkung bedingt als eine mäßige Verflachung der anlaufenden Welle. In bezug auf die Verminderung der Spulenspannungen haben Schutzfunkenstrecken und Ableiter das eine gemeinsam, daß sie die in der Station mögliche Spannungshöhe begrenzen, Ableiter führen aber

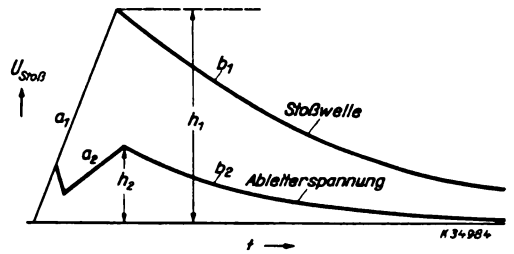
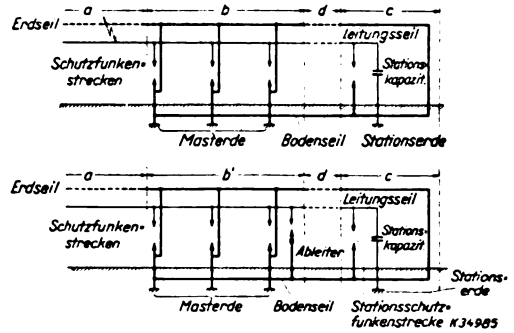


Abb. 2. Arbeitsweise von Überspannungsableitern.

außerdem noch eine Stirnverflachung herbei, die sich aus der veränderten Wellenform der abgesenkten Welle ergibt (Abb. 2). Die verschleifende Wirkung eines besonderen kurzen, hochisolierten Freileitungsstückes vor der Station ist mithin als Zusatz zu der absenkenden Wirkung eines Überschlages auf der Freileitung entbehrlich.

Mindeststoßüberschlagspannung der Schutzstrecke; Einfluß von Erdseilen und Masterdung. — Man könnte daher, um dem zweifellos grundsätzlich richtigen Ziel der Isolationsabstufung näherzukommen, daran denken, vor der Station gemäß Abb. 3 auf einer Strecke von einigen Spannfeldern



a hochisolierte Freileitung mit oder ohne Erdseil	*b'* Freileitungs-Schutzstrecke mit begrenzter Stoßüberschlagspannung
b Freileitungs-Schutzstrecke mit verminderter Stoßüberschlagspannung	*c* Station mit Erdseilschutz
	d Kabel 300 bis 500 m

Abb. 3. Staffelung der Isolation von Freileitung und Station.

die Mindeststoßüberschlagspannung bei sehr langen Wellen bzw. die 50 Hz-Überschlagspannung durch entsprechende Armaturen etwa auf den Wert der milderen VDE-Formel zu begrenzen. Gleichzeitig halten wir zwar für die Freileitung, zumindest aber für diesen Schutzleitungsabschnitt die Verlegung von Erdseilen bei gleichzeitiger guter Erdung für unbedingt zweckmäßig, wobei letztere mittels Rohr- oder gestreckter Erder[3a]) selbst bei ungünstigem Boden erreichbar ist. Die inzwischen gesammelten Ergebnisse aus den Stahlstäbchenuntersuchungen[4]) haben bestätigt, daß Erdseile und gute Erdung der

[3a]) Aigner, ETZ 54 (1933) S. 1233; Elektrizitätswirtsch. 35 (1936) S. 332.

[4]) Grünewald, ETZ 57 (1936) S. 1079 u. 1108; ETZ 58 (1937) H. 40, S. 1077.

Digitized by Google

beste Blitzschutz für Freileitungen sind. Insbesondere ergibt die Verlegung von zwei Erdseilen einen beträchtlichen Zuwachs an Schutzwirkung. Derartige vorbeugende Einrichtungen und Maßnahmen fassen demnach das Übel an der Wurzel und sind mithin das wirksamste Mittel gegen das Auftreten hoher Überspannungen auf den Freileitungen und in den Stationen. Sie sind daher grundsätzlich für die ganze Leitungslänge zu empfehlen, wie Stoßversuche an Modellfreileitungen[5a]) erkennen lassen, die z. T. verfilmt[5b]) worden sind.

Im Laufe der Jahre hat sich ferner die Erkenntnis durchgesetzt, daß sich Störungen an Holzmastleitungen durch unmittelbare Blitzeinschläge, die oft weitgehende Zersplitterungen hervorrufen, dadurch vermeiden bzw. einschränken lassen, daß auch Erdseile auf Holzmastleitungen an jedem Mast geerdet werden. Die vom Erdseil herabführende Erdleitung soll jedoch zur Ausnutzung eines angemessenen Teiles der Holzisolation im Bereich der Isolatorstützen den Mast und die Stützen nicht berühren, unterhalb der untersten Stütze hingegen (etwa 1 m unter dieser) an den Mast heran und an ihm entlang zur Erde geführt werden. Unmittelbar vor der Station könnte im Sinne einer Staffelung der Isolation auf die zusätzliche Holzisolation mehr oder minder verzichtet werden. Derartige Holzmasterdungen sind auch in Deutschland bereits beim E.V. Gröba ausgeführt worden.

Schutzfunkenstrecken an Stützenisolatoren. — In diesem Zusammenhange sei darauf hingewiesen, daß neuerdings auf Anregung der Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG. mit Erfolg eingehende Versuche darüber angestellt worden sind, bei 30 kV-Leitungen auf Stützenisolatoren der Form VHD[6]) mit Kugeln von 4 cm Dmr. besetzte Funkenstrecken mit der in den Vorschriften festgesetzten Mindestschlagweite von 260 mm[7]) im rechten Winkel zur Leitung einzubauen. Die Einstellung von Schutzfunkenstrecken könnte nur für den Bereich der Schutzstrecke vor der Station so erfolgen, daß der Überschlag bei beliebiger Stoßspannungshöhe, also Überschlagverzögerung, an ihr und nicht am Isolator erfolgt, was nach unseren Versuchen bei Verwendung von Kugeln mit 40 mm Dmr. und einer Einstellung gemäß einer Wechselüberschlagspannung von 1,15 ($2\,U + 10$ kV), sowie einer Schlagweite von etwa 110 mm der Fall war. Demnach liegt die gesamte Verzögerungskennlinie der Schutzfunkenstrecke bei hinreichend enger Einstellung unterhalb der Verzögerungskennlinie des Stützenisolators. Bei Einstellung der Funkenstrecke auf VDE-Schlagweite hingegen erfolgt der Stoßspannungsüberschlag am Isolator, der nachfolgende Kurzschlußlichtbogen treibt jedoch bei Strömen über 400 A sicher und rasch auf die Schutzhörner ab, ohne die Seile zu verletzen. Durch Einbau der Hörner quer zur Leitung sowie geeignete Formgebung wird sowohl die Regenüberschlagspannung voll aufrechterhalten als auch die Vogelgefahr auf ein Mindestmaß herabgesetzt.

Die mit derartigen Schutzfunkenstrecken auf ihrer ganzen Länge bisher ausgerüsteten Leitungsstrecken haben sich im Betrieb zufriedenstellend bewährt.

Hiermit ist ein Weg gezeigt, wie durch entsprechende Einstellung von Schutzarmaturen nicht nur bei Hängeketten, sondern auch bei Stützenisolatoren für Mittelspannungsnetze eine mögliche Begrenzung der Stoßkennlinien für ein kurzes Leitungsstück vor der Station im Sinne der bisherigen Ausführungen erreicht werden könnte. Wir bezeichnen die angedeutete Maßnahme ausdrücklich als mögliche Maßnahme, ohne sie im Hinblick auf die bei besonders enger Einstellung offener Funkenstrecken gegebene größere Störungswahrscheinlichkeit grundsätzlich zu empfehlen.

Bei Verwendung von Blasfunkenstrecken (Funkenstrecken innerhalb von Isolierrohren) an Stelle offener Funkenstrecken tritt eine Selbstlöschung auch zwei- und dreipoliger Überschläge auf, so daß eine Leitungsauslösung vermieden wird. Diese Anordnung dürfte insbesondere für den Schutzleitungsabschnitt vor der Station in Betracht kommen.

Kabel für die Verbindung der Station mit der Schutzstrecke. — Für wertvoll halten wir in Verbindung mit einer gegen unmittelbare Einschläge durch Erdseile geschützten Schutzstrecke vor der Station, sei sie durch Funkenstrecken oder Ableiter verwirklicht, die Verlegung von Kabeln ausreichender Länge. Das Kabel vermittelt die Verbindung der Station mit der Schutzstrecke, die ihrerseits dafür sorgt, daß nur mäßige und durch einen Überschlag auf ihr auch in ihrer Länge stark begrenzte Überspannungswellen in das Kabel eintreten können. Während die spannungvermindernde Wirkung von Kondensatoren und damit Kabeln mäßiger Länge auf lange Überspannungswellen gering ist — die steilheitvermindernde Wirkung ist nur für unmittelbar aufs Netz arbeitende Generatoren von Bedeutung —, vermögen sie kurze Wellen, die der Überschlagverzögerung der Leitungsisolation entsprechen, beträchtlich abzusenken. Nach vorliegenden Untersuchungen empfiehlt sich die Einschaltung einer Kabellänge von mindestens 300 m, besser 500 m, zwischen Station und der mit verminderter Überschlagspannung ausgerüsteten Schutzstrecke. Wesentlich für die Wirkung eines Kabels ist grundsätzlich eine gute Erdung seines Mantels, da es bei völliger Isolierung wie ein Freileitungsstück, also mit hohem Wellenwiderstand, wirkt. Zwischen Kabelleiter und -mantel etwa geschaltete Ableiter können nur bei guter Erdung des Mantels am Kabelanfang ordnungsgemäß ansprechen.

b) Spitzenfunkenstrecken an Gerätedurchführungen.

Geht man beispielsweise mit der Mindeststoßüberschlagspannung der der Station vorgelagerten Schutzstrecke, die sich für Rechteck- oder Trapezwellen hinreichend großer Rückenlänge der Wechselstrom-Überschlagspannung oder Dauerüberschlagspannung nähert, hinreichend weit herunter, etwa auf Werte, die der milderen VDE-Formel entsprechen, so kann es bei Verwendung geeigneter Stationsisolation gelingen, in Durchgangs- und Verteilungsstationen, bei Verwendung von vorgeschalteten Kabeln selbst in Kopfstationen, Überschläge grundsätzlich zu vermeiden, zumindest aber stark einzuschränken. Für Kopfstationen ohne Kabel bleiben die alten Schwierigkeiten jedoch teilweise bestehen.

Wir haben von Überspannungsableitern, die meist an den Sammelschienen liegen, vorläufig bewußt abgesehen, weil sie schließlich u. U. beim Eintreffen einer Welle zufällig infolge Revision oder dergleichen abgeschaltet sein können, oder weil sie z. B. von den Trennschalterisolatoren der Leitungsseite durch einen offenen Schalter getrennt sein können.

Für Fälle unvermeidbarer Überschläge in der Station muß ein letztes Schutzmittel einspringen; es erscheint daher zweckmäßig, diese Überschläge in der Station an eigens vorbereiteten Spitzenfunkenstrecken auftreten zu lassen, die so eingestellt werden könnten, daß der Überschlag stets an einer Funkenstrecke und niemals längs Isolatoren und ferner vornehmlich an Funkenstrecken von Stützern als den am wenigsten wertvollen und am leichtesten auswechselbaren Anlageteilen erfolgt, wobei die zweite Forderung durch eine etwas engere Einstellung der Funkenstrecke an den Stützern erfüllt werden dürfte. Hierbei bedürfen der Einfluß der geringen Entfernung des Stützers bzw. der Durchführungen von der Schutzfunkenstrecke und die dadurch bedingte Feldverzerrung und deren Einfluß auf die erforderliche Schlagweite besonderer Berücksichtigung. Es ist nicht von der Hand zu weisen, daß eine geringere Stoßüberschlagspannung an den Schutzfunkenstrecken der Stützer die Wahrscheinlichkeit eines Stationsüberschlages erhöht, so daß den

5a) Matthias, ETZ 58 (1937) H. 32, 34 u. 36, S. 881, 928, 973.
5b) AEG-Film Nr. 72.
6) Normblatt DIN VDE 8004.
7) VDE 0670/1937, § 23.

Digitized by Google

praktischen Bedürfnissen die Verwendung von Schutzfunkenstrecken an den Durchführungen von Geräten allein in ausreichendem Maße gerecht werden dürfte.

Sicherheitsüberschuß der inneren über die äußere Geräteisolation. — Die innere Isolation von Geräten ist hierbei den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend als wesentlich stoßfester vorausgesetzt, so daß wir uns auf die Verteilung der Überschläge auf die äußere Isolation beschränken können. Der Einheitlichkeit halber erscheint es zweckmäßig, den Sicherheitsüberschuß der inneren Geräteisolation, insonderheit der Umspannerisolation, über die Isolationsfestigkeit der Durchführungen, der durch eine Typenprüfung feststellbar ist, sowohl für Innenraum- als auch für Freiluftkonstruktionen gleich groß zu bemessen. Aus diesem Grunde darf die Stoßüberschlagspannung der Durchführungen für alle Überschlagverzögerungen auch bei Freiluftausführungen die für Innenräume gültigen Stoßüberschlagwerte nicht überschreiten, was durch entsprechende Einstellung der Schutzfunkenstrecken erreichbar ist. Es ist demnach, wenn hier eine Regelung vorgenommen werden soll, eine einheitliche Höhe für die Stoßfestigkeit festzulegen, als deren Maßstab die Verzögerungskennlinie der Durchführung bzw. der parallel zu ihr liegenden Funkenstrecke oder die Stoßüberschlagspannung bei einer genormten Welle gelten soll. Mithin müssen Freiluftumspanner an ihren Durchführungen mit einer Funkenstrecke ausgerüstet werden, deren Abstand nicht größer als die VDE-mäßig vorgeschriebene Mindestschlagweite für Innenraumapparate sein darf. Diese Forderung wird damit begründet, daß bei gleicher Netzspannung derselbe Umspanneraufbau sowohl für Freiluft- als auch für Innenraumausführung verwendet werden soll, ohne daß der Sicherheitsüberschuß der Wicklungsisolation eine Minderung erfährt.

Parallelfunkenstrecken erfahren im Gegensatz zu den Porzellankörpern bei Beregnung, wenn überhaupt, so nur eine geringfügige Verminderung der normalfrequenten Überschlagspannung und ermöglichen dementsprechend ohne weiteres eine Einhaltung der 50 Hz-Prüfspannung der vollständigen Durchführung im trockenen und beregneten Zustand. Als Parallelfunkenstrecke wird für niedrige Spannungen eine solche aus an den Schnittflächen abgerundeten Rundeisen vorgeschlagen. Für Spannungen über 30 kV können an einer oder an beiden Elektroden kleine Kugeln aufgesetzt werden. Wird im Sinne einer möglichst hohen Stationsisolation eine Erhöhung der Stoßüberschlagspannung der Durchführungen verlangt, so ist das infolge der Zuordnung von Außen- und Innenisolation nur bei gleichzeitiger entsprechender Erhöhung der Innenisolation zulässig.

Einfluß der Erdschlußlöschung. — Durch Maßnahmen der erörterten Art, nämlich den Einbau von Schutzfunkenstrecken, können die einpoligen Überschläge, die in Stationen oder auf den Schutzleitungen noch auftreten, unter dem Einfluß der Erdschlußlöschung auf harmlose Erscheinungen zurückgeführt werden. Die Erdschlußspule erleichtert demnach wesentlich die grundsätzliche Einführung der Überbrückungsfunkenstrecken, zumal nach statistischen Feststellungen der weitaus überwiegende Teil der Störungen (etwa 80 %) einpolig ist.

Über Freiluftanlagen halten wir, wie wir ergänzend anführen möchten, ein möglichst dichtes Erdseilnetz für empfehlenswert, um unmittelbare Blitzeinschläge in diese Anlagen mit Sicherheit abzufangen und damit für die Station unschädlich zu machen.

Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß vornehmlich auf der Schutzstrecke mit verminderter Stoßüberschlagspannung und endlich auch an den Schutzfunkenstrecken in der Station Überschläge auftreten können, die in nicht gelöschten Netzen auch bei einpoligen Überschlägen, in gelöschten Netzen bei zweipoligen und dreipoligen Überschlägen zu störenden Betriebsunterbrechungen führen können. Schutzfunkenstrecken erfüllen zwar an sich die Forderung nach wirksamer Begrenzung der anlaufenden Überspannungswellen durch völlige Absenkung, d. h. Kurzschließung der Überspannung in vorbildlicher Weise, da ihnen jedoch der Ventilcharakter fehlt, sind sie, von Blasfunkenstrecken abgesehen, nicht in der Lage, den nachfolgenden Betriebslichtbogen von sich aus zu unterbrechen. Daher besteht der berechtigte Wunsch, Überschläge grundsätzlich zu unterdrücken, was bis auf Sonderfälle durch neuzeitliche Überspannungsableiter möglich ist.

c) Vermeidung von Stationsüberschlägen durch neuzeitliche Überspannungsableiter.

1. Anlagen ohne Isolationsstaffelung. — Bei Leitungen und Stationen, die den dargelegten Gesichtspunkten einer Isolationsstaffelung noch nicht entsprechen, bei denen also mit einem häufigeren Eindringen hoher Überspannungswellen gerechnet werden muß, bleibt als sicherer Schutz gegen Stationsstörungen der Einbau von neuzeitlichen Überspannungsableitern, deren statische Ansprechspannung (etwa doppelte verkettete Spannung) und Stoßansprechspannung hinreichend weit unter der Wechselstrom- bzw. Stoßüberschlagspannung der Stationsisolation liegen, so daß in der Regel ein sicheres Ansprechen und Arbeiten der Ableiter gewährleistet ist. Erst neuzeitliche Ableiter[8]) ermöglichen in gewitterreichen Gegenden eine weitestgehende Störungsfreiheit der Stationen, da sie über die Wirkung einer der Station vorgeschalteten Schutzstrecke mit verminderter Überschlagspannung hinaus bei bereits bestehendem Erdschluß ansprechen, die Überspannung ihren Schutzwertkennlinien gemäß begrenzen und löschen, ohne einen Doppelerdschluß oder dreipoligen Kurzschluß entstehen zu lassen. Dadurch ist ihre Überlegenheit gegenüber ausschließlich verwendeten Schutzfunkenstrecken gegeben.

2. Anlagen mit Isolationsstaffelung. — Nach dem eben erwähnten Aufsatz von G. Frühauf[8]) können Stationsüberschläge und Ableiterbeschädigungen dann auftreten, wenn die Ableiter durch übermäßig hohe Überspannungswellen spannungsmäßig oder strommäßig bzw. thermisch überlastet werden. Diese wenn auch seltenen Stationsstörungen lassen sich durch Verbindung der Stationserde — also der Ableitererde — mit der Masterde der der Station vorgelagerten Masten weitestgehend vermeiden. Hierbei kann bei sehr hoher Freileitungsisolation die Stoßüberschlagspannung an diesen wenigen Masten auf einen solchen Wert eingestellt werden, daß ihre im Vergleich zur Einstellung bei Isolationsabstufung mittels Schutzfunkenstrecken allein relativ weit eingestellten Schutzfunkenstrecken (s. Abb. 3, unterer Teil) nur dann ansprechen, wenn derart hohe Wellen anlaufen, daß mit einer unzulässigen Überlastung der Ableiter gerechnet werden muß. Eine solche Maßnahme ermöglicht vornehmlich die weitestgehende Ausnutzung der Isolation einer auf Holzmasten verlegten Leitung mittlerer Hochspannung, ohne dabei die Ableiter zu gefährden, weil das unzulässige Überschreiten der ihr einwandfreies Arbeiten im Bereich bis zu 30 kV bestimmenden Energiegrenze verhindert wird.

Die günstigste Lösung stellt demnach die gleichzeitige Anwendung aller vorgetragenen Vorschläge, also die Verwendung von Ableitern in den Stationen sowie Schutzfunkenstrecken auf besonders hochisolierten Freileitungen und in den Stationen dar, da die Ableiter im allgemeinen vor den Schutzfunkenstrecken ansprechen. Letztere bleiben jedoch einerseits als Überlastungsschutz für die immer als übergeordnete Schutzmaßnahme anzusprechenden Ableiter, anderseits als letzte Reserve für den Fall der zufälligen Abtrennung der Ableiter von

[8]) G. Frühauf, ETZ 58 (1937) H. 2, S. 441. — B. v. Borries, ETZ 58 (1937) H. 19, S. 493.

Digitized by Google

großem Wert und stellen auch bei zwei- und dreipoligen Kurzschlüssen, die beispielsweise durch Fehlschaltungen eingeleitet werden, für den Kurzschlußlichtbogen verhältnismäßig widerstandsfähige Fußpunkte dar.

Zusammenfassung.

Die Annäherung der Stoßüberschlagspannung der Freileitungsisolation an die der Station erscheint durch Schutzstrecken verminderter Stoßüberschlagspannung vor den Stationen in Verbindung mit Erdseilen und einwandfreier Masterdung im Schutzleitungsabschnitt möglich. Kondensatoren und Kabel ausreichender Länge üben auf kurze Wellen, wie sie durch Überschläge auf der Schutzstrecke entstehen, neben einer verschleifenden auch eine beträchtliche absenkende Wirkung aus, so daß Kabel vor der Station in Verbindung mit einer Schutzstrecke zweckmäßig sind. Die Verflachung der Stirn von Überspannungswellen hat nur für unmittelbar auf das Netz arbeitende Generatoren Bedeutung. Der innere Sicherheitsüberschuß läßt sich auch bei Freiluftgeräten durch Schutzfunkenstrecken parallel zu den Durchführungen gleich dem von Innenraumgeräten bemessen. Die günstigste Anordnung stellt die gleichzeitige Verwendung von Spitzenfunkenstrecken und neuzeitlichen Überspannungsableitern in den Stationen dar, wobei die Ableitererde in der Station mit der Erdung der der Station vorgelagerten Masten verbunden wird, um im Verein mit einer Begrenzung der Stoßüberschlagspannung der Isolation dieser Strecke selbst bei unmittelbar vor der Station erfolgenden Leitungseinschlägen eine Ableiterüberlastung zu vermeiden.

Serien-Zählerprüfung mit Normalzähler.

Von W. Kesseldorfer VDE, Berlin.

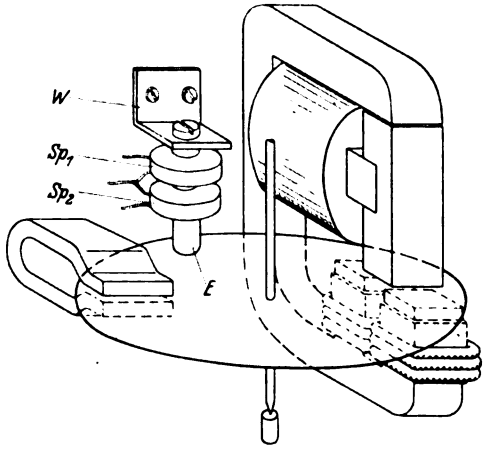
621. 317. 785. 001. 4

Übersicht. Eine leicht herstellbare zusätzliche Anordnung für Normalzähler wird beschrieben; mit ihrer Hilfe kann man bei vollständig staubdicht abgeschlossenem Zähler die Scheibe in die Anfangsstellung zurückführen.

Sowohl als Erstprüfung von Zählern in der Fabrik, wie auch als Kontrollprüfung beim Verbraucher, also im Elektrizitätswerk, ist die Serienprüfung mit Hilfe eines genau eingestellten Normalzählers allgemein üblich. Es gibt wohl kein Verfahren, das praktischer und wirtschaftlicher ist, und es hat nur den einen Nachteil, daß es das Prüfen von Elektrizitätszählern zu einer rein mechanischen Fertigkeit macht, die den Arbeiter geistig ermüdet. Man muß ehrlich sagen, daß es noch ein Glück ist, daß nicht immer alles so glatt geht und daß in einer Serie sich doch Zähler finden, die nicht von vornherein den gestellten Anforderungen entsprechen, sondern erst nach gutem Zureden und einiger Nachhilfe durch den Prüfer.

Demnach ist es nicht verwunderlich, daß die Prüfmeister Schwierigkeiten haben, den Normalzähler gegen unbeabsichtigte Eingriffe zu schützen. Es ist doch nur zu verständlich, daß der Prüfer bei der geisttötenden Arbeit der Synchronisierung der Drehzahlen der zu prüfenden Zähler auch einmal den Bremsmagneten des Normalzählers verstellt, und dann ist natürlich die Prüfung der ganzen Serie falsch und die der nächsten und übernächsten vielleicht auch noch. Wie schützt man sich dagegen? Meist machts jeder auf seine Art; der eine versieht den Bremsmagneten des Normalzählers mit einer Blechverschalung, der andere geht einen Schritt weiter und gibt dem Normalzähler eine Kappe, die lediglich eine Öffnung besitzt, um die Systemscheibe in die Anfangsstellung zurückdrehen zu können. Denn nach jeder Prüfung muß der Normalzähler in die Anfangsstellung gebracht werden. Man hat diese Kappen auch aus Zelluloid oder Glas gemacht, um die Stellung der Prüfmarke besser erkennen zu können. Da aber der Normalzähler dabei immer offen oder halb offen und dem Verstauben ausgesetzt bleibt, hat es nicht an Anregungen und Versuchen gefehlt, den Normalzähler vollständig abzudecken, möglichst mit einer Glas- oder Zelluloidkappe, und die Systemscheibe durch mittelbare Steuerung von außen zurückzustellen. Derartige mechanische Rückführungen in die Nullage von außen sind z. B. von den Rückstellvorrichtungen des Zeigers bei Maximumzählern her bekannt. Sie sind nur beim Normalzähler nicht bequem anzubringen.

Auf Grund der Anregungen eines Elektrizitätswerkes ist die im folgenden beschriebene Anordnung entstanden. Sie ist meines Wissens bisher noch nicht ausgeführt worden. Da sie aber die restlose Anerkennung des Auftraggebers gefunden hat, können vielleicht auch andere Vorsteher von Prüfräumen Nutzen daraus ziehen. Ein Schutzrecht besteht auf diese Anordnung nicht. An einer fabrikatorischen Herstellung hat wohl eine Zählerfabrik wegen des geringen Bedarfs an Normalzählern kein Interesse. Die Ausführung ist deshalb so beschrieben, daß jeder Prüfmeister sie selbst mit geringen Mitteln anfertigen kann.



E Weicheisenkern
Sp_1, Sp_2 Hilfsspulen
W Messingwinkel

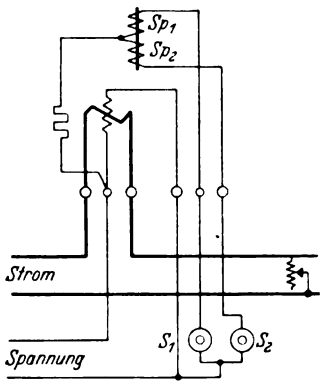
Abb. 1. Schematische Darstellung der Nullstell-Vorrichtung des Normalzählers.

Der Grundgedanke ist, daß es genügt, dem Zähler künstlich einen ausreichenden Leerlauf nach vorn oder nach rückwärts aufzudrücken, um die Systemscheibe in ihre Anfangsstellung zurückzuführen. Leerlauf wird durch Unsymmetrie im wirksamen Spannungsfeld erzeugt. Also setzt man neben das Spannungstriebeisen ein zweites Triebeisen, dessen Feldphase von der des Spannungstriebeisens abweicht. Es genügt dazu vollkommen ein offener Weicheisenkern von etwa 10 mm Dmr., den man mit einer Spannungsspule mit Mittelabzweigung bzw. mit zwei hintereinander geschalteten Spulen versieht. In bezug auf den Wattverbrauch dieser Spulen braucht man sich keine Gedanken zu machen. Sie sind ja jeweils nur eine ganz kurze Zeit eingeschaltet und vertragen deshalb eine erhebliche Überlastung. Im vorliegenden Fall wurden 2 Spulen, Sp_1 und Sp_2 mit je 5000 Windungen, 0,08 mm-Lackdraht (800 Ω), versehen und entsprechend der Abb. 1 auf einen Eisenkern *E* von 10 mm Dmr. senkrecht zur Triebscheibe aufgesetzt. Der Kern wurde mit Hilfe eines Messingwinkels *W* am Rahmen des Zählers angeschraubt. Für 220 V wurde ein Vorwiderstand von 8000 Ω aus oxydiertem Chromnickeldraht auf keramischem Körper verwendet, für 120 V einer von 4000 Ω. Natürlich ist jeder andere Wider-

Digitized by Google

stand brauchbar, der etwa 2 bis 3 W Belastung kurzzeitig aushält. Mit dem Vorwiderstand ist jeweils nur eine der beiden Spulen in Reihe geschaltet.

Die Anordnung ist nicht streng an die angegebenen Werte gebunden und kann nach Bedarf zweckmäßig geändert werden. Eine Überlastung der Spulen bzw. des Vorwiderstandes ist ja, wie gesagt, infolge des kurzzeitigen Stromdurchganges von höchstens 10 s nicht zu befürchten. Die Schaltung (Abb. 2) sollte so billig und praktisch sein wie möglich. Die beiden Spulen Sp_1 und Sp_2 waren im gleichen Sinn gewickelt und in Reihe geschaltet. Der Mittelpunkt dieser Reihenschaltung war über den Vorwiderstand mit dem einen Ende der Zählerspannungsspule verbunden und somit an den einen Pol der Prüfspannungsquelle gelegt. Die beiden freien Enden der beiden Hilfsspulen Sp_1 und Sp_2 waren über zwei auf dem Prüftisch befestigte Druckknopfschalter S_1 und S_2 an den anderen Pol der Prüfspannung gelegt. Beim Drücken auf den einen Knopf drehte sich bei ausgeschaltetem Strom die Scheibe mit einer Geschwindigkeit von etwa 4 U/min (d. i. 15 s je Umdrehung) nach vorn, beim Drücken auf den anderen Knopf ebenso schnell nach rückwärts. Um eine bessere Beobachtung des jeweiligen Standes der Prüfmarke zu erzielen, ist es vorteilhaft, den Zähler durch eine Glas- oder Zelluloidkappe abzudecken. Die Kappe soll plombierbar sein. Für die Drahteinführungen zu den beiden Hilfsspulen finden sich meist geeignete Klemmen im Klemmenblock vor. Der Zähler ist dadurch gegen mechanische Einwirkung von außen, insbesondere aber auch gegen Verstauben vollständig geschützt. Die durch Anpassung des Vorwiderstandes eingestellte Geschwindigkeit von etwa 15 s für eine Umdrehung kann natürlich verkürzt werden, da man sich sehr rasch an die richtige Betätigung der Druckknöpfe gewöhnt.



S_1, S_2 Druckknopfschalter

Abb. 2. Schaltungsbild eines Wechselstrom-Normalzählers der beschriebenen Art.

Es ist wohl überflüssig zu bemerken, daß die Anwesenheit der beiden Hilfsspulen auf ihrem Kern auf die Prüfmeßwerte des Normalzählers nicht den geringsten Einfluß hat.

Zusammenfassung.

Man schützt den Normalzähler gegen mechanische Einwirkungen von außen und gegen Verstauben am besten durch indirekte Rückführung der Systemscheibe in die Anfangsstellung mit Hilfe eines zusätzlichen Relais. Die willkürliche Steuerung nach vorn und rückwärts geschieht durch abwechselndes Einschalten einer der beiden in Reihe geschalteten Relaisspulen mit Hilfe von Druckknöpfen.

Die Ausbildung von Ionisierungsvorgängen in Gasen.

Von **Eugen Flegler**, Woosung/Schanghai.

537.56

Übersicht. Der Aufsatz berichtet über Untersuchungen von Ionisierungsvorgängen im homogenen Feld mit Hilfe der Nebelkammer und zieht Folgerungen aus den Messungen für das Verhalten von Funkenstrecken bei kurzzeitigen Spannungsstößen, für die Entwicklung des Blitzes und des Durchschlagvorganges.

In den letzten Jahren ist neben den bisherigen Verfahren zur Untersuchung von Entladungsvorgängen auch die Nebelkammer[1]) in Anwendung gekommen. Ihre Wirkungsweise beruht darauf, daß ein z. B. mit Wasserdampf übersättigtes Gas oder Gasgemisch durch plötzliche adiabatische Expansion abgekühlt wird, so daß der Dampf zur Kondensation gezwungen wird. Die Kondensation erfolgt in Form von Nebel, wenn innerhalb des Gases geeignete Kondensationskerne vorhanden sind. Als derartige Kerne können elektrisch geladene Gasteilchen (Ionen) wirken. Expandiert man ein Gas in dem Augenblick, in dem eine elektrische Entladung durch die Gasstrecke geht, so werden die durch die Entladung entstandenen und bei der Expansion noch vorhandenen Ionen als Nebel erkennbar. Haben sich die Ionen bis zur Expansion noch nicht merklich von ihrer Ursprungstelle fortbewegt, so gibt die Nebelspur ein getreues Abbild des räumlichen Entladungsverlaufes. Über die ersten auf diese Weise durchgeführten Untersuchungen von Entladungsvorgängen ist in der ETZ schon verschiedentlich berichtet worden[2]). Sie beziehen sich auf Stoßentladungen in stark inhomogenem Feld (Spitzenentladungen). Diese Entladungen zeigen sehr schöne und deutlich ausgeprägte Nebelspuren in Form von räumlichen Lichtenbergschen Figuren mit allen Unterschieden bezüglich Polarität, Spannungsform usw., die man von den entsprechenden Oberflächenentladungen her kennt. Die Ionendichte der Spitzenentladungen ist sehr groß, und es ist bisher trotz Anwendung kürzester Stoßzeiten nicht gelungen, den Entladungsvorgang so weit aufzulösen, daß die von einem einzelnen Elektron beim Durchlaufen einer bestimmten Feldstrecke hervorgerufene Ionenwolke erkennbar wird.

Wir haben deshalb noch weitere Untersuchungen in Angriff genommen mit dem Ziel, auch die Entladung im homogenen Feld mit Hilfe der Nebelkammer sichtbar zu machen. Das homogene Feld hat gegenüber dem inhomogenen einige wesentliche Vorteile. Einmal gibt die gleichmäßige Feldstärke über den Entladungsweg eine größere Gewähr, daß ein einzelner Ionisierungsvorgang als Nebelspur erfaßt werden kann. Außerdem sind die Vorgänge im homogenen Feld der theoretischen Deutung leichter zugänglich. Entsprechend sind auch die Theorien, insbesondere von der zeitlichen Entwicklung der Entladungsvorgänge im homogenen Feld bereits derart in die Einzelheiten ausgearbeitet worden[3]), daß hier die besten Voraussetzungen für einen Vergleich zwischen Theorie und Versuch gegeben sind.

Anfänglich haben die Aufnahmen von Entladungen im homogenen Feld einige Schwierigkeiten gemacht, weil es nicht mit Sicherheit gelingen wollte, den Beginn einer Entladung ohne den anschließenden vollständigen Durchschlag zu erhalten. Bei einem Durchschlag werden aber in der Entladungsstrecke Ionen in einer derartigen Menge erzeugt und durch die mit dem Durchschlag verbundene Durchwirbelung des Gases so stark auseinandergetrieben, daß die Kammer bei der Expansion meist völlig mit einem dichten Nebel erfüllt wird; jedenfalls sind die Einzelheiten der Entladungen im allgemeinen nicht mehr erkennbar. Erst bei der Anwendung ganz kurzer Stoßzeiten in der Größenordnung einiger 10^{-8} s ist es möglich geworden, die dem Durchschlag vorangehenden Entwicklungsstufen einer Entladung als Nebelbild festzu-

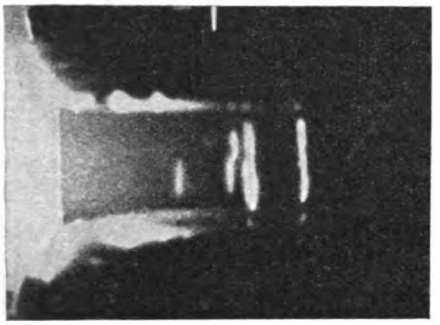
[1]) Zugleich zusammenfassender Bericht über die ausführlicheren Mitteilungen der mit H. Raether im Elektrophysikalischen Laboratorium der Techn. Hochschule München durchgeführten Untersuchungen: Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 435; Phys. Z. 36 (1935) S. 829; Z. Phys. 99 (1936) S. 635 und 10 (1936) S. 315. In diesen Mitteilungen finden sich auch die vollständigeren Schrifttum-Nachweise.

[2]) ETZ 58 (1937) H. 18, S. 488; 57 (1936) S. 41.

[3]) Vgl. z. B. die Zusammenstellung bei W. Rogowski, Z. Phys. 100 (1936) S. 1.

Digitized by Google

halten. In Abb. 1 ist ein auf diese Weise gewonnenes Entladungsbild wiedergegeben. Die Entladung bildet sich zwischen den Elektroden in einzelnen voneinander deutlich getrennten Kanälen aus. Nimmt man an, daß jeder Entladungskanal auf nur ein Anfangselektron zurückzuführen ist, so müssen jeweils so viel Kanäle vorhanden sein, als Anfangselektronen innerhalb der Stoßzeit entstanden sind. Bei lichtelektrischer Auslösung der Anfangselektronen müßte also die Kanalzahl von der Höhe der Stoßspannung unabhängig sein und sich lediglich mit der Stärke der Bestrahlung und der Länge der Stoßzeit ändern. Tatsächlich läßt sich ein derartiges Verhalten durch den Versuch nachweisen, und es gibt die Möglich-



$s = 2$ cm
$U = 28$ kV
Stoßdauer $= 5 \cdot 10^{-8}$ s
$p = 255$ Torr,
Stickstoff

Abb. 1. Vorentladung im homogenen Feld bei angenähert rechteckförmiger Stoßspannung.

keit, mit Hilfe der Nebelkammer die Stärke lichtelektrischer Ströme zu bestimmen bzw. die Ergiebigkeit verschiedener Strahlungsquellen miteinander zu vergleichen. So konnte z. B. festgestellt werden, daß die durch ein Quarzfenster in die Entladungsstrecke fallende Strahlung eines Entladungsfunkens lichtelektrisch wesentlich wirksamer ist als die Strahlung einer Quecksilberquarzlampe. Die Funkenstrahlungen verschiedenartiger Elektrodenbaustoffe haben dagegen keine wesentlichen Unterschiede gezeigt.

Die Ionisierungsspuren lichtelektrisch ausgelöster Anfangselektronen lassen sich bereits bei Spannungen nachweisen, die bis zu 15 % unterhalb der statischen Durchschlagspannung liegen, also in dem Gebiet der sog. Townsend-Entladungen. Mit steigender Spannung erhöht sich die Dichte der Nebelspur, und die Kanäle beginnen oberhalb der statischen Durchschlagspannung ein schwaches Leuchten zu zeigen. Von einer gewissen, von der Stoßdauer abhängigen Spannungsgrenze ab (vgl. Abb. 2,

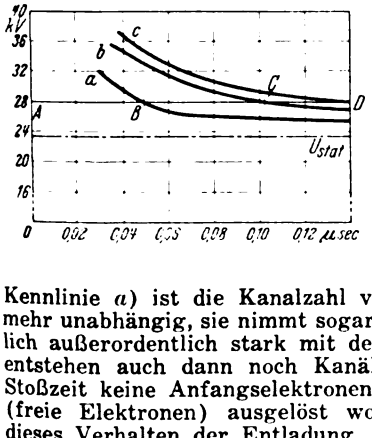


Abb. 2. Verlauf der Losreißspannung der Klebeelektronen (*a*) sowie der Durchschlagspannung der freien (*b*) und Klebeelektronen (*c*) bei verschiedener Stoßdauer, $s = 2$ cm, angenähert rechteckförmige Stoßspannung, $p = 260$ Torr, Luft.

Kennlinie *a*) ist die Kanalzahl von der Spannung nicht mehr unabhängig, sie nimmt sogar in diesem Gebiet plötzlich außerordentlich stark mit der Spannung zu, und es entstehen auch dann noch Kanäle, wenn innerhalb der Stoßzeit keine Anfangselektronen durch Fremdstrahlung (freie Elektronen) ausgelöst worden sind. Man kann dieses Verhalten der Entladung mit der Annahme erklären, daß die Kanäle jetzt von Elektronen hervorgerufen werden, die durch irgendwelche Fremdstrahlung vor Anlegung der Stoßspannung gebildet worden sind, die sich aber inzwischen an Gasmolekülen oder an den Elektrodenoberflächen angelagert haben (Klebeelektronen). Durch Einwirkung einer bestimmten Feldstärke werden sie wieder losgerissen, und zwar in einer um so größeren Zahl, je höher die wirksame Feldstärke ist. In Abb. 2 sind die Kennlinien der Mindest-Losreißspannung der Klebeelektronen sowie der Durchschlagspannungen der freien und Klebeelektronen bei einem Druck von 260 Torr in Luft und 2 cm Schlagweite aufgetragen. Die Leuchtanfangsspannung, d. h. die Spannung, bei der im verdunkelten Raum für das ausgeruhte Auge ein Leuchten der Entladungskanäle gerade erkennbar wird, liegt für beide Elektronenarten etwas oberhalb der Mindest-Losreißspannung der Klebeelektronen. Ähnliche Kennlinien wie in Abb. 2 haben sich auch für andere Schlagweiten bis zu rd. 3 cm und Drücke bis angenähert 1 at ergeben. Mit wachsendem Druck rücken die Kennlinien mehr zusammen, d. h. die verhältnismäßigen Überspannungen werden geringer. Stets zeigt sich für die genannten Spannungen eine ausgesprochene Zeitabhängigkeit. Insbesondere für Stoßzeiten unterhalb 10^{-8} s steigen die Spannungen mit abnehmender Stoßzeit merklich an. Die Zeitabhängigkeit der Leucht- und Durchschlagspannungen wird offenbar durch die Entwicklungszeit der für die verschiedenen Ausbildungsstufen notwendigen Energien bedingt, die Zeitabhängigkeit der Losreißspannung vermutlich durch die mit wachsender Feldstärke steigende Losreißwahrscheinlichkeit der angelagerten Elektronen.

Im Gegensatz zu den genannten Spannungen zeigt die Anfangsspannung der freien Elektronen keine Zeitabhängigkeit. Selbst bei den kürzesten Stoßzeiten erscheinen die Nebelspuren hier immer bei derselben Anfangsspannung, lediglich die Länge der Kanäle ist insofern zeitabhängig, als der Entladung bei sehr kurzen Stoßzeiten die Zeit fehlt, die ganze Entladungsstrecke zu durchsetzen. Es bilden sich dann Kanalstümpfe vor der Kathode. In dem verzögerungsfreien Ansprechen der Nebelspuren der freien Elektronen liegt ein bemerkenswerter Unterschied der Nebelkammer-Entladungsstrecke gegenüber gewöhnlichen Entladungsstrecken, wenn man sie wie diese zur Messung kurzer Spannungsstöße benutzen will. Bei genügend starker Bestrahlung gelingt es bei der Nebelkammer, den Höchstwert der kürzesten Spannungsspitzen zu erfassen, was bisher nur mit dem Kathodenoszillographen möglich war. Bei der Funkenstrecke ist dagegen auch bei beliebig starker Bestrahlung immer eine durch die Entwicklungszeit bedingte Funkenverzögerung vorhanden. Reicht die Bestrahlung aus, um innerhalb der Stoßzeit freie Elektronen zu erzeugen, so verkürzt sich die Verzögerung bis zum Einsetzen des Durchschlages auf ein Mindestmaß (vgl. z. B. Strecke AC in Abb. 2, bei Annahme eines rechteckigen Spannungsstoßes). Bei schwächerer Bestrahlung steigt die Funkenverzögerung (AD), wegen des späteren Einsetzens (Punkt B) der von den Klebeelektronen hervorgerufenen Entladungskanäle. Die zahlreichen, von der Bestrahlung vor Einsetzen des Spannungsstoßes erzeugten und inzwischen angelagerten Klebeelektronen sorgen aber noch für ein verhältnismäßig regelmäßiges Ansprechen der Funkenstrecke. Ist die Bestrahlung so schwach, daß im Augenblick des Einsetzens des Spannungsstoßes weder freie noch Klebeelektronen vorhanden sind, dann bewirkt die Streuzeit bis zum Einsetzen des ersten Entladungskanales eine entsprechend erhöhte Streuung in der gesamten Verzögerungszeit. Bei Spitzenfunkenstrecken hat das Feld nur in einem verhältnismäßig kleinen Bereich um die Elektrode merkliche Werte. Nur die in diesem Bereich befindlichen Klebeelektronen kommen für die Auslösung von Entladungskanälen in Betracht. Die übrigen bleiben wirkungslos. Daraus folgt eine verhältnismäßig stärkere Streuung für die Spitzenfunkenstrecke, was durch die Erfahrung bestätigt wird.

Bei der Bestimmung von Stoßspannungshöhen mit Hilfe der Funkenstrecke ist weiterhin noch zu beachten, daß sich nach Abb. 2 bei sehr kurzen Stoßzeiten merklich verschiedene Werte ergeben, je nachdem ob man den eigentlichen Durchschlag (helleuchtender Funke) oder die ersten Anzeichen eines Leuchtens in der Entladungsstrecke beobachtet. Die Messung der Leuchtspannung hat den Vorteil, daß bei ihr die Ansprechverzögerung bzw. Überspannung geringer ist[4]) als bei der Durchschlagspannung, aber ihre genaue Bestimmung ist schwierig infolge des schwachen Einsetzens der Leuchterscheinung.

Verfolgt man die zeitliche Entwicklung eines Entladungsvorganges vom Ionisierungsbeginn bis zum Durchschlag, so kann man drei Hauptentwicklungsstufen unterscheiden. In der ersten Stufe, die mit dem Laufbeginn des Anfangselektrons einsetzt, ist die Entladung zunächst nur in ihrem Nebelbild erkennbar. Die ersten Leucht-

[4]) Vgl. die Unterscheidung zwischen Meß- und Schutzfunkenstrecke bei L. Binder, ETZ 47 (1926) S. 1511. — Die Annahme Burawoys, Arch. Elektrotechn. 16 (1926) S. 186, daß Meßfunkenstrecken auch bei 10^{-9} s noch verzögerungsfrei ansprechen, wird jedoch durch die Nebelkammermessungen nicht bestätigt.

Digitized by Google

erscheinungen machen sich erst im weiteren Verlauf dieser Stufe bemerkbar. Der Energieverbrauch der Entladung ist noch gering, so daß auch die Rückwirkung auf die Elektrodenspannung in der ersten Stufe im allgemeinen nicht merklich ist. Der Beginn der Spannungsabsenkung kann ungefähr mit dem Beginn der zweiten Stufe gleichgesetzt werden[5]). Diese Stufe entspricht etwa der Spannungsstufe des Stufendurchschlags und ist wie diese besonders ausgeprägt bei geringerem Druck. Im Leuchtbild ihrer Entladung hebt sich die zweite Stufe durch ein helleres und meist andersfarbiges Leuchten in einigen Kanälen deutlich gegen die erste Stufe ab. In der dritten Stufe bildet sich dann der nochmals hellere Funkenkanal in einem der vorhandenen Kanäle aus, während gleichzeitig die Elektrodenspannung in die Bogenspannung übergeht. Damit ist der eigentliche Durchschlagvorgang vollendet.

Die bisherigen Betrachtungen beziehen sich im wesentlichen auf das homogene Feld. Sie lassen sich sinngemäß auf das inhomogene Feld anwenden, da die Entladung des homogenen Feldes einen Sonderfall der Spitzenentladung darstellt. Man kann durch Änderung der Elektrodenform stufenweise die Feldform ändern und die Lichtenbergschen Figuren der Spitzenentladung in die Kanalentladung des homogenen Feldes überführen. Mit homogener werdendem Feld verschwinden die Polaritätsunterschiede, die bei der Spitzenentladung bezüglich Form, Ausdehnung und Vorwachsgeschwindigkeit deutlich ausgeprägt sind. Gleichzeitig steigt die durchschnittliche Vorwachsgeschwindigkeit, und zwar (bei rd. $\frac{1}{3}$ at) von etwa 10^6 bis 10^7 cm/s bei Spitzen auf über $5 \cdot 10^8$ cm/s im homogenen Feld. Sie liegt hier wesentlich höher, als den Beweglichkeitsgesetzen der Elektronen entspricht, die nach den üblichen Vorstellungen die Entladung vortreiben sollen (Elektronenlawine). Ganz ähnliche Feststellungen sind von anderer Seite bezüglich des Vorwachsens der Blitzentladung gemacht worden. Schonland und Collens[6]) haben mit Hilfe der Boys-Kamera Vorwachsgeschwindigkeiten des Blitzkopfes von rd. $3 \cdot 10^9$ cm/s festgestellt. Man kann diese hohen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten nicht mehr mit der Bewegung der Elektronen im normalen statischen Feld erklären. Cravath und Loeb[7]) nehmen deshalb an, daß Elektronen, die bereits vor der Blitzentladung im Gebiet der Entladungsbahn vorhanden sind, in örtlichen Felderhöhungen vor dem Blitzkopf zur Ionisierung kommen und dadurch eine raschere Fortpflanzung der Entladung ermöglichen. Ob die dafür erforderliche Elektronenmenge und die erhöhten Teilfelder tatsächlich vorhanden sind, muß in vielen Fällen bezweifelt werden[8]). Außerdem zeigen die Nebelkammeruntersuchungen, daß höhere Vorwachsgeschwindigkeiten auch auftreten, wenn hohe Teilfelder nicht vorhanden sind. Es scheint deshalb richtiger, eine Photoionisation am Blitzkopf bzw. allgemeiner am Kopf eines Entladungskanales durch eine von der Entladung selbst ausgelöste kurzwellige Strahlung geringer Reichweite anzunehmen, die sich die zur Fortpflanzung der Entladung erforderlichen Elektronen vor der Kanalspitze selbst schafft. Damit findet nicht nur die hohe Vorwachsgeschwindigkeit im homogenen Feld ihre Erklärung, sondern auch die Ausbreitung der Spitzenentladung im praktisch feldfreien Gebiet, vor allem aber auch das Vorwachsen der positiven, d. h. von der Anode ausgehenden Kanäle, die sich, wie die Untersuchungen zeigen, auch im homogenen Feld entgegen der Bewegungsrichtung der Elektronen ausbreiten.

Bei der Blitzentladung muß man ebenfalls mit positiven Entladungskanälen rechnen. Man darf deshalb aus der Feststellung von Schonland und Collens, daß die meisten Blitze von der Wolke zur Erde gehen, nicht auf negative Wolkenladungen schließen. Die Entladung setzt — unabhängig von der Polarität — an der Stelle höchster Feldstärke ein. Bei der starken Abhängigkeit der Ionisierungsvorgänge von der Feldstärke genügen bereits geringe Felderhöhungen an der Wolke, um sie als Ausgangspunkt der Entladungen gegenüber der Erde zu bevorzugen.

Die Photoionisation kann nicht nur eine Beschleunigung des Ausbreitungsvorganges, sondern auch den Übergang zur selbständigen Entladung bewirken. Dies ist wichtig für die Deutung des Stoßdurchschlages. Alle Versuche, den Übergang zur selbständigen Entladung bei Stoßspannungen unter 10^{-7} s und geringen Überspannungen mit der Stoßionisierung positiver Ionen zu erklären, sind erfolglos geblieben, weil die Ionen in der kurzen Zeit nicht die zur Stoßionisierung erforderliche kinetische Energie aufnehmen können. Die Photoionisation kann dagegen noch bei Zeiten von 10^{-9} s und weniger, praktisch verzögerungsfrei und ohne Mitwirkung hoher Teilfelder, neue Ladungsträger erzeugen und damit die für die selbständige Entladung erforderlichen Nachlieferungselektronen schaffen.

Zusammenfassung.

Die Ionisierungsvorgänge im homogenen Feld beginnen bei plötzlicher Spannungsbeanspruchung mit kanalförmigen Entladungen, die ein Sonderfall der Spitzenentladung (Lichtenbergsche Figuren) sind. Die Entladungen werden je nach Bestrahlungsstärke von freien oder Klebeelektronen ausgelöst und haben entsprechend eine verschieden lange Entwicklungszeit bis zum Einsetzen der Leuchterscheinungen bzw. des Durchschlages. Dies ist für die Spannungsbestimmung mittels Funkenstrecke von Bedeutung. Eine von der Entladung selbst erzeugte Photoionisation kann (z. B. beim Stoßdurchschlag) den Übergang zur selbständigen Entladung bewirken und die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Entladung (z. B. beim Blitzkopf) über die Wanderungsgeschwindigkeit der Elektronen hinaus erhöhen. Die Entladung kann sowohl von der positiven als auch von der negativen Elektrode vorwachsen. Das Entstehen der Blitzbahn an der Wolke ist deshalb noch kein Beweis für negative Wolkenladung.

Übergang der gewöhnlichen Glimmentladung in die Spritzentladung bei Aluminiumoxydschichten.

537.527.3

Spritzentladung nennt man eine Glimmentladung ohne Kathodenfall (Nachweis durch Sondenmessungen) und ohne Hittorfschen Dunkelraum[1]). Die Spritzentladung tritt auf: 1. an Halbleiterkathoden (z. B. Ozelit), die mit einem hochisolierenden Feinpulver bestreut sind; 2. an Al-Kathoden, deren Oberfläche elektrolytisch mit einer Oxydschicht formiert ist. Die auf die Kathode auftreffenden positiven Ionen bilden eine starke Oberflächenladung, die infolge der guten Isolation der Oxydschicht (bzw. des Pulvers) so lange wächst, bis von der durch die Ladung erzeugten hohen Feldstärke Elektronen von der Kathode losgerissen werden und mit einer Austrittsgeschwindigkeit von 20 bis 30 eV geradezu in den Gasraum hinaus „spritzen". Die Umbildung der gewöhnlichen Glimmentladung in die Spritzentladung läßt sich gut verfolgen an den in gut definierbaren Dicken herstellbaren elektrolytischen Oxydschichten (zwei Verfahren: 1. Al in Borax formiert, 2. Al in Oxalsäure formiert). Bei dünnen Schichten bis zu 2 µ hat man noch die gewöhnliche Glimmentladung. Von 2 µ Schichtdicke ab verschwindet der Dunkelraum, indem sich das negative Glimmlicht allmählich in den Dunkelraum hinein ausbreitet. Sondenmessungen zeigen das gleichzeitige Verschwinden des Kathodenfalles. Bei rd. 10 µ Schichtdicke ist die Spritzentladung voll ausgebildet. Die mittlere Feldstärke in den Oxydschichten während der Entladung beträgt $0{,}4 \cdot 10^6$ V/cm bei dicken Schichten und wächst auf rd. $3 \cdot 10^6$ V/cm bei derjenigen dünnen Schichtdicke, von der ab sich die Spritzentladung ausbildet. *är.*

---

[5]) Ein ausführlicher Vergleich der durch die Nebelkammermessungen gefundenen Entwicklungsstufen mit dem Spannungsverlauf eines Durchschlagoszillogrammes wurde vom Verfasser in einem Aufsatz über den elektrischen Stoßdurchschlag in der Festschrift zum 30jährigen Bestehen der Tung-Chi-Universität Woosung gegeben.

[6]) Schonland u. Collens, Proc. roy. Soc., Lond. 43 (1934) S. 654. — Bei diesen photographisch aufgenommenen Leuchterscheinungen handelt es sich um eine bereits ziemlich energiereiche Entwicklungsstufe der Blitzentladung, während sich die Nebelkammeruntersuchungen auf die Fortpflanzung der ersten Ionisierungsvorgänge beziehen. In beiden Fällen handelt es sich aber um eine Vorstufe der Thermoionisation, die eine geringere Ausbreitungsgeschwindigkeit zu haben scheint.

[7]) Cravath u. Loeb, Physics 6 (1935) S. 125.

[8]) Vgl. auch J. J. Sämmer, Z. Phys. 83 (1933) S. 814, der nachweist, daß die Feldstärke vor der Entladungsbahn höchstens auf den doppelten Wert des Ursprungsfeldes steigen kann.

[1]) A. Guntherschulze u. W. Bär, Z. Phys. 106 (1937) S. 662. 7 S., 6 Abb.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Geräte und Stromrichter.

621. 319. 4 : 621. 316. 5 **Verwendung von Kondensatoren zur Auslösung von Schaltern.** — Um die sichere Auslösung von Schaltern beim Ansprechen von Schutzeinrichtungen zu gewährleisten, ist die unbedingt zuverlässige Lieferung einer für die Auslösung ausreichenden Energiemenge erforderlich. Batterien sind für diesen Zweck sehr geeignet, erfordern jedoch dauernde Wartung und Überwachung. Verschiedene Verfahren bieten die Möglichkeit, die Batterien zu vermeiden, z. B. unmittelbar wirkende Auslöseeinrichtungen, stromkreisöffnende Relais mit sofort wirkenden Auslösespulen (Wandlerstromauslösung) oder Auslösedrosseln. Jedoch werden hierbei die Wandler mit ziemlich hohen Bürden bis zu 200 VA belastet, wodurch sich die Anwendung von Durchführungswandlern häufig verbietet. Zur Vermeidung dieser Nachteile wird die Verwendung eines Auslösekondensators nach Abb. 1

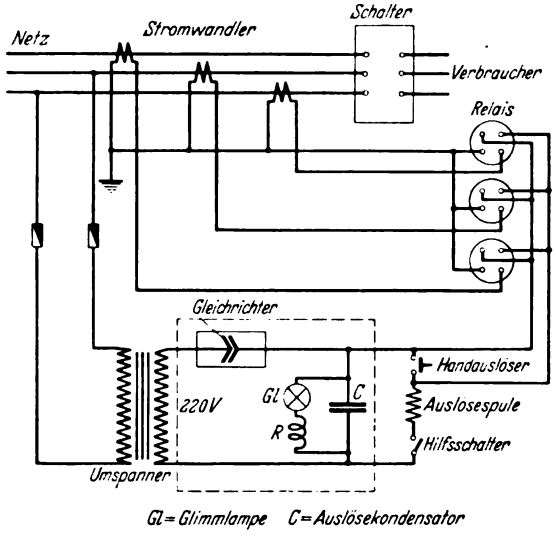


Abb. 1. Schaltplan mit Auslösekondensator.

vorgeschlagen. Der Kondensator C wird aus einem kleinen Umspanner über einen Gleichrichter auf etwa 300 V aufgeladen und gibt im Falle des Ansprechens eines Relais seine Energie zur Betätigung der Schalterauslösung ab. Hierdurch wird die gewünschte Entlastung der Schutzwandler erreicht und die Verwendung von üblichen Wandlern mit kleiner Bürde ermöglicht. Nach völligem Zusammenbruch der Netzspannung hat der Kondensator noch mindestens 6 s lang genügend Energie, um eine Schalterauslösung herbeizuführen. Parallel zu dem Kondensator ist eine Glimmlampe Gl in Reihe mit einem Widerstand R geschaltet. Dieser Entladestromkreis bietet dem Kondensator die Möglichkeit, sich nach dem Fortfall der Netzspannung auf eine ungefährliche Spannung zu entladen, während durch die Glimmlampe eine optische Überwachung des Ladezustandes des Kondensators erzielt wird. Die Ladezeit des Kondensators ist nicht größer als 0,2 s. Die Bürde für Gleichrichter, Widerstand und Kondensator beträgt nur ungefähr 0,2 VA. (Der Berichter weist auf die bereits bekannte Anwendung eines Schwungradgenerators als Ersatz für die Betätigungsbatterie hin. Während L. W. Dyer die Energiespeicherung auf elektrischem Wege vorschlägt, wird bei Verwendung des Schwungradgenerators die in der Schwungmasse aufgespeicherte mechanische Energie für die Betätigung von Schaltern ausgenutzt. Der Schwungradgenerator kann in Fällen großen Energiebedarfs Anwendung finden. Gewöhnlich wird in deutschen Schaltanlagen ohne Betätigungsbatterie die Wandlerstromauslösung angewendet.) [L. W. Dyer, Electr. J. 34 (1937) S. 193; 2 S., 4 Abb.] *chl.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 315. 211. 2 : 621. 315. 229 **Erfahrungen mit einem 27 kV-Kabel mit Druckbandage-Mantel aus Gummi (Band-Druckkabel).** — Die unangenehme Erscheinung, daß bei Erwärmung und Abkühlung in Massekabeln die Bildung kleiner gasgefüllter Hohlräume mit niedrigem Druck vor sich geht und daher Ionisation bewirkt, ist bekanntlich durch die Anwendung von Druck zu vermeiden. Das geschieht z. B. derart, daß ein Druckorgan von außen auf den Bleimantel der papierisolierten Massekabel einwirkt, so daß der Druck im Kabel bei der tiefsten Abkühlung noch über dem normalen Atmosphärendruck liegt. Dies wird von einer amerikanischen Firma nicht durch Gasdruck, sondern durch einen mechanischen Druck erreicht, indem über den Bleimantel eines 27 kV-Kabels ein ungefähr 3 mm starkes Gummiband unter hohem Zug (70 kg/cm²) aufgebracht wird. Der dadurch bewirkte Druck innerhalb des Bleimantels beträgt im Normalzustand des Kabels etwa 5 kg/cm². Der sonstige Aufbau ist der übliche. Beachtlich ist, daß dasselbe Verfahren auf Ölkabel (mit Ölrohraufbau) angewandt wurde, wobei der Druck im Ölkabel bis maximal 4,8 atü gesteigert wird. Die Anbringung von Ölausdehnungsgefäßen fällt demnach hier fort. Diese Ölkabel werden als Einführungslängen verwendet. Die Ölkabel und Massekabel sind seit 1935 als Unterwasserkabel zwischen Hell-Gate-generating-station und Waterside-station verlegt. Die Meßeinrichtung zur Bestimmung des Drucks im Massekabel mit Gummimantel und im Ölkabel mit Gummimantel wurde an der Sperrmuffe angebracht, die beide Kabel und deren Drucke vollkommen trennt. Diagramme von Dauerversuchen mit diesen Kabeln besagen folgendes: Der Druck im Massekabel mit Gummimantel schwankt infolge der Belastung zwischen 1,5 und 10 atü. Nach Abschaltung des vollbelasteten Kabels erreicht das Kabel den niedrigsten Druck von 1,3 atü und nimmt erst nach einigen Tagen den normalen statischen Druck von 3,9 atü an. Der Druck im Ölkabel mit Gummimantel schwankt zwischen 0 und 4,8 atü.

Die über zehn Monate gehenden Erfahrungen mit diesen Kabeln sind:

1. Mit Rücksicht auf die Montage sind schwere Kabelöle zur Tränkung der Isolation besser geeignet als leichte Kabelöle.
2. Für Massekabel nach diesem Band-Druckkabelprinzip genügt die Isolationsstärke von Ölkabeln.
3. Die Lebensdauer des Bleimantels bei dieser Beanspruchung ist nicht bekannt, aber es wird keine Schädigung des Bleimantels durch den Ausgleichdruck erwartet.
4. Die Lebensdauer des Gummimantels ist unbekannt, wird aber auf 15 bis 20 Jahre geschätzt.
5. Die Kosten der Kabelmontage sind wenig höher als bei normalen Massekabeln und geringer als bei Ölkabeln.

(Anm. d. Ber.: Die angegebene Lebensdauer des Kabels gilt offenbar nur für Unterwasserkabel. Bei normaler Erdverlegung wird das Gummiband sehr bald eine Spannungserniedrigung durch Alterung erfahren.) [E. R. Thomas, Electr. Wld., N. Y. 107 (1937) S. 1209; 2½ S., 5 Abb.] *Rgn.*

621. 311 (42) **Erweiterung des Kraftwerkes Southwick der Brighton-Gesellschaft.** — Die kürzlich durchgeführten Erweiterungen bestehen aus einem vierten Stirling-Kessel mit einer stündlichen Dampferzeugung von 68 t (max. 81,5 t) und einem Brush-Ljungström-Turbosatz mit einer Leistung von 37 500 kW. Ein zweiter Brush-Ljungström-Turbosatz ist z. Z. im Bau begriffen; nach seiner Inbetriebnahme wird die Leistung des Kraftwerkes 143 125 kW betragen. Der neue 3-Trommelkessel arbeitet mit einem Druck von 47,5 at und einer Endtemperatur von 468° C. Er ist mit einem Berührungs- und Strahlungsüberhitzer zur Erzielung einer möglichst gleichbleibenden Dampftemperatur, einem Speisewasservorwärmer und 2 Howden-Ljungström-Luftvorwärmern ausgerüstet. Die Brush-Ljungström-Turbine besitzt 57 Ringe mit radialer Beschaufelung und 2 axial angeordnete Niederdruckstufen, die je 2 Reihen von Axialschaufeln führen. Die beiden gegenläufigen Turbinenhälften, die mit 1500 U/min arbeiten, sind fliegend an je einem Läufer der beiden Generatoren angeordnet.

Digitized by Google

Eine von der Reglerwelle angetriebene Zahnradölpumpe fördert das Steuer- und Lageröl. Falls der Lageröldruck unter einen gewissen Wert sinkt, greift selbsttätig eine von einer Hilfsturbine angetriebene Pumpe ein, die auch einen Motorantrieb besitzt. Die beiden Läuferwicklungen sind in Reihe, die beiden Ständerwicklungen dauernd parallel geschaltet. Die Leistung der beiden Generatoren beträgt zusammen 37 500 kVA bei $\cos\varphi = 0{,}8$, $U = 8000$ V, $f = 50$ Hz. Die Synchronisierung der beiden Generatoren erfolgt selbsttätig, sobald die Erregung (etwa bei halber normaler Umdrehungszahl) einsetzt. Der Ständer besteht aus einem geschweißten Stahlgehäuse, das mit schwalbenschwanzförmig ausgebildeten Stegen die aus hochlegiertem Siliziumstahl hergestellten Bleche aufnimmt. Die unmagnetischen Druckfinger werden durch Preßringe aus Bronze gehalten. Die Ständerwicklung ist aus Halbformspulen aufgebaut. Die Wickelköpfe sind mit Mikaband isoliert, das nach einem besonderen Verfahren zur Beseitigung von Lufteinschlüssen aufgebracht wird. Der Läufer besteht aus einzelnen Schmiedestücken. Die Läuferwicklung ist in den Nuten mit einer Mikahülse umgeben, während die einzelnen Windungen durch Mikastreifen gegeneinander isoliert sind. Nach Fertigstellung wurden die Spulen in die Nuten eingelegt, erwärmt und gepreßt. Die Nuten sind durch unmagnetische Metallkeile verschlossen. Die Spulen wurden nach der Pressung durch passend hergerichtete Bakelitstücke distanziert. Zur Aufnahme der Fliehkräfte sind über den Spulenköpfen unmagnetische Kappen aus austenitischem Chrom-Nickel-Mangan-Stahl aufgebracht. [Engineering 143 (1937) S. 602; 2 S., 11 Abb.] *chl.*

621. 315. 1. 014. 7. 001. 42 **Erdschlüsse in Hochspannungsleitungen mit geerdetem Sternpunkt.** — An neun amerikanischen Hochspannungsleitungen mit Spannungen zwischen 26 kV und 220 kV wurden im Verlauf von sechs Jahren mit selbsttätigen Oszillographen Untersuchungen über verschiedene Störungen, ihre monatliche Verteilung, Dauer, Ursache, Art und ihre Wellenform gemacht. Nullströme, Leiterströme, Mit- und Gegenspannungen sowie Leiterspannungen konnten oszillographiert werden. Als Fehler wurden nur solche Störungen gezählt, welche länger als eine ganze Welle dauerten. Aus den Oszillogrammen wurde entnommen, daß 20% aller Fehler weniger als ½ s, 60% weniger als 1 s und 96% weniger als 3 s dauern. Die monatliche Verteilung der Störungen zeigt einen deutlichen Höchstwert während der Gewittermonate Mai bis August. Bemerkenswert ist, daß eine 66 kV-Leitung und eine 132 kV-Leitung, welche besonders guten Gewitterschutz haben, keinen ausgeprägten Höchstwert zeigen, während eine 220 kV-Leitung, welche teilweise ohne Erdseil in gebirgiger Gegend verlegt ist, die größte Anzahl von Störungen aufweist. Statistischen Angaben ist zu entnehmen, daß rd. drei Viertel aller Störungen durch Blitzschlag verursacht werden. In mehr als der Hälfte aller Störungen treten Überschläge auf. Weitaus die meisten Störungen sind an den Leitungen und nur rd. ein Fünftel in den Unterwerken. Aus Oszillogrammen ist der Verlauf von Nullstrom und Gegenspannung bei aussetzendem und sattem Erdschluß, sowie bei selbstlöschendem und abgeschaltetem Erdschluß zu ersehen. Ein Oszillogramm zeigt den Verlauf obiger Größen beim Übergang eines einfachen Erdschlusses in einen Doppelerdschluß, ein anderes den Übergang eines Doppelerdschlusses in einen Kurzschluß beider Leiter ohne Erde.

Bei Ermittlung des „Fehlerwiderstandes" (Widerstand an der Erdschlußstelle) wird vorausgesetzt, daß er ein reiner Wirkwiderstand ist. Da die unmittelbare Messung des Fehlerwiderstandes erhebliche Schwierigkeiten bereitet, weil an jedem Ende der Leitung sechs Größen oszillographiert werden müssen, wurde der Fehlerwiderstand aus der Gleichung

$$I_F = 3\,E/(Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3\,R_F),$$

welche den Fehlerstrom bei geerdeten Netzen nach dem Verfahren der symmetrischen Komponenten ergibt, berechnet. E bedeutet die Leitererdspannung, Z_1, Z_2, Z_0 den Mit-, Gegen-, Nullscheinwiderstand des Netzes und R_F den Fehlerwiderstand. Da die einzelnen Größen der Gleichung nicht genau bestimmt werden können, so wurde der daraus ermittelte Wert von R_F als „scheinbarer Fehlerwiderstand" bezeichnet. Die Auswertung von 1375 Oszillogrammen ergab für R_F durchschnittlich 5 bis 25 Ω. Die unteren Werte gelten für Erdschlüsse in Unterwerken, die höheren für Erdschlüsse auf Leitungen. Der Unterschied des scheinbaren Fehlerwiderstandes bei Leitungen auf Eisenmasten und solchen auf Holzmasten ist gering. Zur unmittelbaren Bestimmung des R_F wurden an einer 100 km langen Leitung an beiden Enden die drei Leiterspannungen und Leiterströme oszillographiert. Von den wenigen brauchbaren Ergebnissen zeigt ein Teil der R_F-Werte gute Übereinstimmung mit den nach der Formel erhaltenen scheinbaren Fehlerwiderstandswerten. Es wurden Widerstände untersucht, welche im R_F enthalten sind. Untersuchungen über den Widerstand des Lichtbogens zeigten, daß bei Stromstärken über 100 A die Größe „Spannung je Längeneinheit" praktisch unabhängig von der Stromstärke ist und 6,56 bis 13,12 V/cm beträgt. Bei Freileitungen mit Erdseil hat der Erdübergangswiderstand der Eisenmasten auf den Erdschlußstrom nur geringen Einfluß, wenn die Länge des betrachteten Leitungsabschnittes in Kilometern größer ist als

$$5\,\frac{\sqrt{\text{durchschnittlicher Masterdungswiderstand}}}{\text{Anzahl der Masten je Kilometer}}\,.$$

[Gilkeson, Jeanne, Davenport u. Vaage, Electr. Engng 56 (1937) S. 421 u. 428; 13½ S., 13 Abb.] *zi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

536. 532 **Über den Fehler von Thermoelementen durch Wärmeableitung und über ein neues Dreischenkelelement für genaue Temperaturmessungen.** — Bekanntlich besitzen Thermoelemente je nach der Eintauchtiefe eine verschiedene Wärmeableitung und ergeben damit bei genauen Messungen Fehler der Temperaturbestimmung. Man kann diesen Ableitungsfehler bestimmen, wenn man auf dem einen Schenkel des Thermoelementes eine zweite Lötstelle anbringt und auch deren Temperatur bestimmt. Man erhält damit den Temperaturabfall längs des Thermoelementes und kann daraus die wahre Temperatur der Hauptlötstelle berechnen. Man kann auch die Wärmeableitung dadurch kompensieren, daß man über die zweite Lötstelle einen Heizdraht wickelt und diesen so aufheizt, daß die Hauptlötstelle und die zweite Lötstelle gleiche Temperatur besitzen. Statt einer Nebenlötstelle kann man auch deren zwei anbringen und mit diesem Vierschenkelelement alle Konstanten der Ableitung ermitteln. Die Verfasser haben mit derartigen Anordnungen sehr genaue Dampftemperaturbestimmungen bei verschiedenen Drucken vorgenommen und Schmelzpunkt-Untersuchungen mit einer Reihe von Metallen ausgeführt. [M. Tanaka u. K. Okada, Res. electrotechn. Lab. Minist. Comm., Tokio Nr. 404, Febr. 1937; 82 S., 52 Abb.] *Krl.*

621. 317. 733. 3. 083. 5 **Kompensationsmeßgeräte mit selbsttätiger Abgleichung.** — Sollen Messungen schnell veränderlicher Vorgänge, z. B. Verlustfaktormessungen, Lichtintensitätsmessungen mit Photozellen, Temperaturmessungen mit Strahlungspyrometern in Walzwerken, nach einem Kompensationsverfahren durchgeführt werden, so sind dafür Schreibgeräte mit schrittweiser Abgleichung[1]) wegen ihrer geringen Einstellgeschwindigkeit nicht brauchbar. Diese Erkenntnis führte zur Entwicklung sogenannter Schnellschreiber, für die nur stetig arbeitende Abgleicheinrichtungen in Frage kommen. F. Eichler berichtet über die baulichen Ausführungsarten der mit stetiger Abgleichung arbeitenden Kompensationsmeßgeräte, die entweder eine konstante oder eine ausschlagabhängige Einstellgeschwindigkeit haben. Zunächst werden die auf der Verwendung eines Kontaktgalvanometers, eines Bolometerverstärkers oder einer Photozelle beruhenden Geräte beschrieben. Dann werden die für Wechselstrom- und Gleichstrommessungen gebräuchlichen Kompensationsschreiber mit Nullmotor behandelt, die als Schnellschreiber (Einstellzeit etwa 1 bis 2 s) ausgeführt werden können. [F. Eichler, Arch. techn. Messen J 034—4 (1937) Lfg. 72; 4 S., 6 Abb.] *Ggr.*

621. 317. 754 : 615. 4 **Das Absolutkardiogramm.** — Während in einer früheren Arbeit[2]) der elektrische Vektor des Herzens nach seiner jeweiligen Größe und Richtung in den „Triogrammen" ohne den Umweg über die Ableitungsprojektionen zur Darstellung gebracht wurde, zielen die vorliegenden Untersuchungen darauf hin, den zeitlichen Verlauf des Absolutbetrags des Herzvektors unabhängig von seiner anatomischen Richtung und von seinen Richtungsänderungen in sogenannten „Absolutkardiogrammen" zu erfassen. Diese lassen sich grundsätzlich auf dreierlei Weise gewinnen:

1. Aus gewöhnlichen Elektrokardiogrammen, indem man entweder zeitlich zusammenfallende Ordinaten in den einzelnen Einthovenschen Dreiecksableitungen vektoriell addiert

[1]) F. Eichler, Arch. techn. Messen J 034—1, Lfg. 66; ETZ 58 (1937) S. 452; vgl. auch: W. Geyger, Arch. techn. Messen J 932—1, Lfg. 57.

[2]) ETZ 58 (1937) H. 40, S. 1088.

Digitized by Google

und die jeweils erhaltenen Resultanten über den entsprechenden Zeitpunkten aufträgt, oder man eliminiert die Winkellage des Herzvektors, indem man die einzelnen Absolutbeträge als Wurzeln aus der Summe der Quadrate zeitlich zusammengehöriger Ordinaten errechnet.

2. Wesentlich genauere Absolutkardiogramme ergeben sich, wenn man in ein experimentell gewonnenes Triogramm einen Zeitmaßstab einführt, was z. B. dadurch geschehen kann, daß man dasselbe durch periodische Unterbrechung des Oszillographen-Lichtstrahls in zahlreiche, zeitlich gleich weit auseinanderliegende Punkte auflöst. Die vom Zentrum des Triogramms zu diesen Punkten führenden Linien entsprechen dann unmittelbar den Absolutbeträgen der Herzaktionsspannung und lassen sich analog vorher zu Absolutkardiogrammen zusammensetzen.

3. Am zweckmäßigsten ist natürlich die unmittelbare Aufnahme von Absolutkardiogrammen, die sich in der Weise bewerkstelligen läßt, daß man die einzelnen Ableitungsspannungen auf Grund des erwähnten Rechnungsganges über Glieder mit quadratischen Kennlinien wie z. B. über Trockengleichrichter schickt und dann als Summe auf einen Oszillographen oder auf eine Kathodenstrahlröhre wirken läßt.

Durch Kombination von drei räumlichen Ableitungen gelingt es, nicht nur die Drehungen des Herzvektors in der Frontalebene, sondern auch in der Sagittalebene zu eliminieren und somit ein räumlich unabhängiges Absolutkardiogramm zu gewinnen. Auf diesem Wege ergibt sich die wichtige Feststellung, daß der Absolutbetrag der Herzaktionsspannung während jeder Kontraktion nahezu stetig wächst und wieder abfällt, und daß alle Unregelmäßigkeiten und Negativitäten in den gewöhnlichen Elektrokardiogrammen letzten Endes den Rotationen des Herzvektors zuzuschreiben sind, die sich nach den Einthovenschen Gesetzen in die verschiedenen Ableitungen hineinprojizieren. [H. E. Hollmann u. W. Hollmann, Z. Instrumentenkde. 57 (1937) S. 285; 11 S., 14 Abb.] *SB.*

Elektrowärme.

621. 365. 33 **Elektrodampfkessel: Eigenart, Wirtschaftlichkeit und Anwendung.** — Nicht nur zur Aufnahme der Überschußenergie von Wasserkraftwerken, sondern für viele andere Zwecke werden Elektrodampfkessel heute verwendet, da ihre Vorteile sich mehr und mehr bemerkbar machen. Neben der heute besonders wichtigen Werkstoffersparnis sind niedriger Raumbedarf und geringe Anschaffungskosten zu erwähnen. Sie werden durch die hohe Energiedichte und unmittelbare Verwendung hoher Spannungen erreicht. Die Grundflächen sind 3- bis 5-, der umbaute Raum 2- bis 4-, die Anschaffungskosten 3- bis 5mal niedriger als die brennstoffbeheizter Kesselanlagen gleicher Leistung. Bei Kleinkesseln ist die Möglichkeit der Aufstellung unmittelbar neben dem Wärmeverbraucher entscheidend; Sauberkeit, Betriebssicherheit und genaue Regelbarkeit sind weiter wichtig, die kurze Anheizzeit (10 bis 20 min auch bei großen Kesseln) macht sie geeignet für aussetzenden Dampfbedarf und Reservedampfanlagen. Die Elektrizitätswerke schätzen die Elektrokessel als große Stromverbraucher mit hoher Benutzung und beliebigen Entnahmezeiten.

In einem Wirtschaftlichkeitsvergleich wird gezeigt, daß die Wettbewerbsfähigkeit der Elektrokessel mit abnehmender Kesselgröße und Benutzungsdauer steigt. So sind bei großen ununterbrochen betriebenen Kesseln bei Berücksichtigung der reinen Energiekosten 6 kWh preisgleich 1 kg Kohle, während bei kleineren aussetzend betriebenen Kesseln, z. B. bei Zentralheizungskesseln für Raumheizung unter Berücksichtigung der Nutzleistung, nur 2 kWh/kg erforderlich sind. Die schnelle Entwicklung des Anschlußwertes der Elektrokessel in Europa in den letzten Jahren ist aus Abb. 2 zu ersehen. Nach Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung beträgt der Anschlußwert Ende 1935 bereits 1 000 000 kW, während in Kanada sogar 1 532 000 kW für diese Zwecke installiert sind. Der Anstieg ist besonders stark in der Krisenzeit, da hier in erhöhtem Maße die Notwendigkeit der Verwendung von Überschußenergie vorhanden ist. Die Länder mit vorwiegenden Wasserkräften wie Schweiz, Norwegen, Schweden, Finnland haben den größten Anteil an der Verbreitung der Elektrokessel. Aber auch Deutschland und Italien haben einen beträchtlichen Anteil, meist in Verbindung mit Wasserkraftanlagen. In England und Frankreich werden Elektrokessel für Raumheizungszwecke z. T. aus Wärmekraftwerken beliefert.

Anschließend werden noch neuartige Anwendungsbeispiele aufgeführt. Vielfach arbeiten Elektrokessel und brennstoffbeheizte Kessel parallel zur Ausnutzung der wirtschaftlichsten Möglichkeiten. Für chemische Kochvorgänge und Großküchen hat sich die einfache Betriebsweise und Regelbarkeit der Elektrodendampfkessel vorteilhaft eingeführt. Destilliertes Wasser wird z. T. in Elektrokleinkesseln erzeugt. Für Prüfdampf bieten kleine, rasch betriebsbereite Elektrokessel viele Annehmlichkeiten. Bei Änderung von Fabrikationsverfahren, z. B.

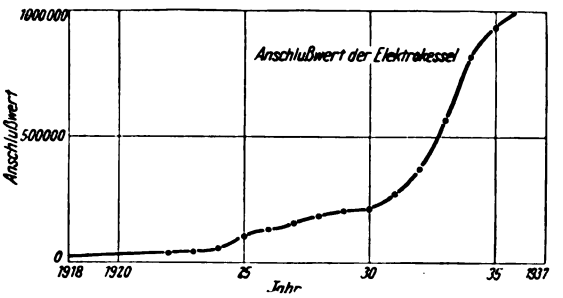


Abb. 2. Entwicklung des Anschlußwertes der Elektrokessel in Europa von 1918 bis 1936.

Temperaturerhöhung dampfbeheizter Pressen, ist ein besonderer Elektrokessel sehr wirtschaftlich, da bei Brennstoffheizung die Temperaturerhöhung nur durch Drucksteigerung erreicht werden könnte. [P. Buhl u. H. Masukowitz, Arch. Wärmew. 18 (1937) S. 125; 4½ S., 9 Abb.] *Vb.*

Verkehrstechnik.

621. 395. 9 : 656. 2 **Planung von Eisenbahn-Fernsprechanlagen.** — Ein neuzeitlicher Eisenbahnverkehr mit dichten Zugfolgen und hohen Geschwindigkeiten ist nicht denkbar ohne zuverlässige, den besonderen Forderungen des Bahnbetriebs gerecht werdende Fernsprecheinrichtungen. Mehr noch als der öffentliche Fernsprechbetrieb verlangt der Bahnbetrieb auch auf größere Entfernungen eine wartezeitlose Gesprächsvermittlung. Das Bahnfernsprechwesen macht deshalb außer im Ortsverkehr auch im Fernverkehr schon jetzt in großem Umfang vom Wählbetrieb Gebrauch, und es wird angestrebt, zwischen beliebigen Teilnehmern eines ganzen Bahnnetzes den Selbstwählverkehr einzuführen. Entsprechend der Größe der Eisenbahnanlagen sind auch die Bahnfernsprechnetze von beachtlicher räumlicher Ausdehnung und in vielen Beziehungen den öffentlichen Fernsprechnetzen vergleichbar. Der Gestaltung der Bahnnetze liegen deshalb im allgemeinen ähnliche Überlegungen zugrunde wie bei öffentlichen Netzen. So herrscht auch hier angesichts des Wählbetriebs der sternförmige Netzaufbau vor. Hinsichtlich der Übertragungsgüte der Leitungsnetze braucht allerdings im Gegensatz zu öffentlichen Fernsprechanlagen, die ein Weltfernsprechnetz anstreben, keine Rücksicht auf zwischenstaatlichen Verkehr genommen zu werden, denn es ist unwahrscheinlich, daß die Bahnen verschiedener Staaten jemals zu einem einheitlichen Betrieb zusammengefaßt werden. Es kommt hinzu, daß Gespräche im Eisenbahnverkehr keinen Verkaufswert wie in öffentlichen Netzen darstellen, so daß in bezug auf die Sprechverständigung Einschränkungen zugelassen werden können. Anderseits müssen den betrieblichen Forderungen des Eisenbahnverkehrs weitgehende Zugeständnisse gemacht werden.

Bei öffentlichen Fernsprechanlagen hat die Forderung nach einem Weltfernsprechnetz dazu geführt, das gesamte Fernleitungsnetz in fünf einander übergeordnete Netze mit abgestufter Übertragungsgüte zu gliedern (Netzgruppe, Endfernnetz, Verteilerfernnetz, Durchgangsfernnetz, Weltfernnetz). Bei der Planung von Bahnfernleitungsnetzen kommt man mit nur zwei solchen Netzen, einer Netzgruppe und einem Großnetz, aus. Eine Netzgruppe faßt hierbei alle Ortsämter (OA) eines Direktionsbezirks mit einem vorwiegend sternförmigen Leitungsnetz zusammen, wobei der Sitz der Direktion als natürlicher Verkehrsmittelpunkt zum Netzgruppenmittelpunkt (M) ausgestaltet wird. Solche Netzgruppen haben vielfach eine Längenausdehnung von 200 bis 300 km gegenüber nur rd. 70 km der Netzgruppen des öffentlichen Verkehrs. An den Mittelpunkt werden alle Vermittlungsstellen des Bezirks teils unmittelbar, teils über Knotenämter (KA) angeschlossen. Der Verkehr zwischen verschiedenen Direktionsbezirken wird vorwiegend über die Netzgruppenmittelpunkte geleitet, die mittels Leitungen des Großnetzes auf Großnetz-Knotenämter (KG) gestützt sind. Ein KG faßt mehrere Direktionsbezirke zusammen. Erfordert die Größe des Bahngebietes mehrere KG, so werden

Digitized by Google

diese maschenförmig miteinander verbunden. Im äußersten Falle berührt also eine Verbindung folgende Vermittlungsstellen: OA I, KA I, M I, KG I, KG II, M II, KA II, OA II. [E. Hettwig, Z. Fernmeldetechn. 18 (1937) S. 28; 4 S., 5 Abb.] *Zsch.*

621. 335. 2. 033. 44 (44) **Französische Schnellzug-Diesellokomotiven.** — Für die mehr als 1100 km lange Strecke Paris—Mentone wurden von der PLM zwei dieselelektrische Lokomotiven als Versuchsausführungen in Dienst gestellt. Sie sollen Schnellzüge von 400 bis 500 t Gewicht mit einer Reisegeschwindigkeit von 100 km/h befördern. Die Strecke hat viele Geschwindigkeitsbegrenzungen und Steigungen bis 8 ‰. Die Lokomotiven der Achsanordnung 2 Co 2+2 Co 2 bestehen aus zwei gleichen Teilen. Jede Hälfte von 225 t Dienstgewicht enthält einen Dieselsatz von 61,2 t Gewicht einschl. Generator und Grundrahmen. Die Lokomotiven sind stromlinienverkleidet, in den Vorbauten befinden sich die für Hilfsbetriebe benötigten Ni-Cd-Batterien von 400 Ah bei 5stündiger Entladung. Die Leistung des Dieselmotors kann

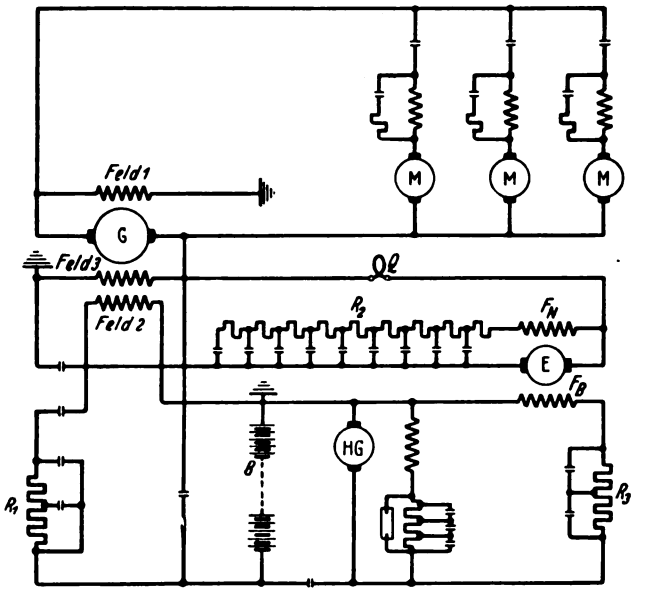


Abb. 3. Hauptschaltbild einer Lok-Hälfte.

bei vier Drehzahlstufen von 400, 500, 600 und 700 U/min von 685 bis 2200 PS geändert werden. Jede Lokomotivhälfte hat über den Laufdrehgestellen 4 Ölbehälter von insgesamt 3700 l Inhalt, die ganze Strecke kann ohne Halt für Brennstoffaufnahme durchfahren werden. Die beiden Kurbelwellen des Dieselmotors treiben über Zahnräder den Haupt- und den Hilfsgenerator. Der selbstgelüftete Hauptgenerator hat eine Dauerleistung von 1220 kW bei 790 V und 750 U/min. Er hat drei getrennte Felder. Die fremdgelüfteten Motoren haben eine Stundenleistung von je 427 kW bei 880 U/min (entsprechend 85 km/h). Die drei Motoren einer Lokomotivhälfte sind dauernd parallel geschaltet. Über ein zweiseitiges Zahnradvorgelege arbeiten sie auf einen Hohlwellenantrieb Bauart AEG-Kleinow. Bei Ausfall eines Dieselsatzes können entweder die Motoren der betroffenen Hälfte abgeschaltet werden (halbe Zugkraft), oder sie können mit den Motoren der anderen Hälfte in Reihe geschaltet werden (halbe Geschwindigkeit). Auf der ersten Stufe des Fahrschalters liegt der Hauptgenerator in Reihe mit Feld *1* zum Anlassen des Dieselmotors an der Batterie (s. Abb. 3). Auf den nächsten drei Anfahrstellungen läuft der Dieselmotor mit 400 U/min, und das von der Batterie gespeiste Feld *2* ist eingeschaltet. Eine Abstufung der Erregung erfolgt durch die Widerstände R_1. Das Feld *3* des Hauptgenerators wird gespeist von einem 6 kW-Achsgenerator *E*. Es ist also abhängig von der Geschwindigkeit der Lokomotive und hält die Leistungsabgabe des Hauptgenerators konstant, indem es eine kleine Spannung erzeugt, wenn bei kleiner Geschwindigkeit der Generatorstrom groß ist. Der Generator *E* hat eine fremderregte (F_B) und eine nebenschlußerregte (F_N) Feldwicklung. Auf den nächsten 12 Fahrstellungen des Fahrschalters wird das Feld *3* eingeschaltet und bei verschiedenen Drehzahlen des Dieselmotors die Widerstände R_2 und R_3 in den Erregerkreisen des Generators *E* geändert. Die Schaltungen in den Motorkreisen und die Änderung von R_1 werden durch eine motorgetriebene Kontaktwalze in Abhängigkeit des Stromes im Feld *3* (Spule *Q*) betätigt. Der Steuerstrom für die elektromagnetischen Einzelschütze und die Leistung für Lüfter und Luftverdichter werden der Batterie von 120 bis 150 V entnommen. Der Hilfsgenerator speist die Dieselmotorpumpen und die elektrische Heizung und liefert den Ladestrom für die Batterie. Außer den Steuereinrichtungen und den Meßgeräten enthalten die Führerstände Tafeln mit Signallampen, die in Verbindung mit einem Signalhorn jede Überlastung eines Motors, zu hohe Öl- oder Kühlwassertemperaturen anzeigen. [M. Tourneur, Rev. gén. Chem.-de-Fer 56 (1937) S. 1; 13 S., 10 Abb.] *Dtt.*

Elektrische Antriebe.

621. 34-58 **Gleichlauf elektrischer Antriebe.** — Die auf allen Gebieten der Industrie zur Anwendung kommenden Mehrmotorenantriebe mit Gleichlauf unterteilt L. E. Miller in vier Hauptgruppen. Zu der ersten Gruppe werden alle jene Antriebe gezählt, bei welchen die verschiedenen Motoren mit genau derselben Drehzahl arbeiten. Z. B. die elektrischen Uhren eines Landes. Die zweite Gruppe umfaßt jene Antriebe, bei denen ein bestimmtes, vorher eingestelltes Drehzahlverhältnis während des Arbeitsvorganges konstant gehalten werden muß, z. B. Papiermaschinenantriebe. Antriebe, die sonst mit festem Drehzahlverhältnis arbeiten, für kurze Zeit jedoch davon abweichen, um danach wieder auf die ursprünglichen Drehzahlverhältnisse zurückzukehren, wie die durchlaufende Beizeinrichtung eines Bandwalzwerkes, zählen zu der dritten Gruppe. Die vierte Gruppe umfaßt alle Antriebe, bei welchen die geforderten Drehzahlverhältnisse nach einem vorherbestimmten Gesetz sich dauernd ändern. Als interessantestes Beispiel dieser Art von Antrieben ist das Aufwickeln eines bandförmigen Materials auf eine Haspel anzusehen, wobei bei konstanter Walzgeschwindigkeit die Haspeldrehzahl mit zunehmendem Durchmesser des aufgewickelten Materials abnehmen muß und gleichzeitig im Material ein konstanter Zug zu halten ist. Ein derartiger Antrieb erfordert eine Regeleinrichtung, durch welche selbsttätig bei konstanter Spannung der Strom im Anker des Haspelmotors durch Veränderung des Feldes konstant gehalten wird.

Nach Aufzählung der an einen solchen Regler zu stellenden Ansprüche und nach einem kurzen Rückblick auf das auf diesem Gebiet bisher Geschaffene beschreibt Miller einen motorisch angetriebenen Regler. Die Regeleinrichtung besteht aus einem vielstufigen Widerstand (180 Stufen), der in Reihe mit der Feldwicklung des Haspelmotors liegt und der von einem Sondermotor verstellt wird. Dieser Motor gleicht in seinem Aufbau einem kleinen Gleichstrommotor, der jedoch in seinem Anker zwei getrennte, verschiedene Wicklungen hat. Die eine Wicklung (spring winding) besteht aus einer großen Anzahl von Leitern mit kleinem Querschnitt. Sie liegt in Reihe mit einem Widerstand an einer konstanten Spannung. Die zweite Wicklung (torque winding) hat eine geringere Anzahl von Windungen mit großem Querschnitt. Sie führt einen bestimmten Teil des Stromes, der durch den Anker des zu regelnden Haspelmotors fließt. Der Anker arbeitet mit seinen Wicklungen in einem konstanten Feld. Die Wirkung der beiden Wicklungen, deren Drehmomente gegeneinander gerichtet sind, wird mit Hilfe von Parallel- bzw. Vorschaltwiderständen so ausgeglichen, daß der Anker bei einem im Haspelmotor geforderten Strom in Ruhe bleibt. Ändert sich der Strom des Haspelmotors, so wird dieses Momentengleichgewicht gestört und der Regler so lange verstellt, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist, d. h. der erforderliche Strom im Haspelmotor wieder vorhanden ist. Der Ankerstrom des Haspelmotors wird auf diese Weise geregelt und damit konstant gehalten. Um Pendelungen zu vermeiden, wird als Dämpfungsmittel ein Kupferzylinder verwendet, der den Anker des Steuermotors umgibt.

Miller warnt vor dem Glauben, durch einen solchen Regler eine absolut konstante Zugspannung zu erhalten. Abgesehen davon, daß der Regler selbst gewisse, selbst bei Meßinstrumenten nicht zu umgehende Ungenauigkeiten in sich birgt, ist die Regelung auf konstanten Strom beim Beschleunigen und Verzögern unter allen Umständen fehlerhaft, da beim Beschleunigen ein höherer Strom, beim Verzögern ein geringerer Strom erforderlich ist als beim Walzbetrieb mit konstanter Geschwindigkeit. Weiterhin vergrößert sich die Ungenauigkeit der Regelung, wenn der Regler für einen sehr großen Zugbereich ausgelegt wird, da die Ansprechempfindlichkeit des Ankers bei kleinem Strom selbstverständlich eine größere Ungenauigkeit mit sich bringt als beim Nennstrom. Als praktisch durchführbar bezeichnet Miller einen Zugspannungsbereich von 5:1. Darüber hinausgehende Forderungen mit einer Straße und einer Haspel zu beherrschen, führen zu einem nicht zufriedenstellenden Betrieb. — Um die auftretenden Vorgänge genau zu untersuchen, sind verschiedene oszillographische Aufnahmen gemacht worden, die Miller näher beschreibt. Zu einer vollen Klärung

Digitized by Google

haben aber auch sie nicht geführt, so daß auch weiterhin ein unbedingtes Zusammenarbeiten zwischen Betrieb und Herstellern zwecks Erforschung der jeweiligen Vorgänge als unbedingt notwendig bezeichnet wird. [L. E. Miller, Electr. Engng. 56 (1937) S. 578; 5 S., 7 Abb.] *Wog.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 72. 029. 63 (52) **Sprechverkehr mit 68 cm-Wellen.** — In Japan wurde eine Dezimeterwellen-Nachrichtenverbindung für Versuchszwecke entwickelt, die ähnlich arbeitet wie die seit Jahren von einer französisch-englischen Gesellschaft betriebene Dezimeterwellen-Funkstrecke Calais—Dover. Der Sender benutzt eine in Japan hergestellte Bremsfeldröhre für 3 bis 4 W Hochfrequenzleistung bei einem Wirkungsgrad von 5%, die im Aufbau und in den Abmessungen der deutschen Röhre RS 296 entspricht. Als Antenne wird ein Halbwellendipol benutzt, der im Brennpunkt eines rotationsparabolischen Metallspiegels aus Kupfer und 2 m Öffnung angeordnet ist. Die Brennweite des Spiegels ist so abgemessen, daß der Brennpunkt in der Öffnungsebene des Spiegels liegt. Die Verstärkung und die Richtschärfe dieser Spiegel werden näherungsweise berechnet und durch die praktischen Ergebnisse qualitativ bestätigt. Die Verstärkung ist ungefähr gleich $\frac{R \cdot \pi}{\lambda}$, wobei R der Radius der Öffnungsfläche und λ die Wellenlänge ist. Sie kann also bei einer 68 cm-Welle und einem Spiegel von 2 m Öffnung nicht sehr groß sein. Die Ergebnisse zeigen auch hier wieder, daß die Anwendung derartiger Vollmetall-Paraboloide erst für noch wesentlich kürzere Wellen zweckmäßig erscheint. Die Empfangsseite ist ähnlich wie die Sendeseite aufgebaut. Die Empfangsröhre ist ebenfalls eine Bremsröhre, allerdings mit wesentlich kleineren Abmessungen. Die Entdämpfung wird ähnlich wie bei der Pendelrückkopplung periodisch durch eine Hilfsfrequenz vorgenommen. Diese Art Superregenerativ-Empfang ist sehr empfindlich und hat sich auch bei der Versuchsstation Calais—Dover bestens bewährt. Auch die Modelung arbeitet nach französischem Vorbild, indem durch gleichzeitige Beeinflussung von Anoden- und Gitterspannung eine verzerrungsfreie Amplitudenmodelung erzielt wird.

Die Untersuchung der Ausbreitung der 68 cm-Welle zeigt, daß in genügender Höhe über dem Erdboden die Absorption verschwindet und eine im Sinne der Theorie liegende lineare Abnahme der Feldstärke mit der Entfernung eintritt. Bei Annäherung an den Erdboden nimmt die Absorption außerordentlich stark zu. Entsprechend wurden nur von hochliegenden Punkten aus günstige Ergebnisse erzielt. Vom 20 m hohen Turm der Universität Tokio nach einem 80 km entfernt liegenden 800 m hohen Berge war eine einwandfreie Verbindung mit Lautsprecherempfang möglich. [K. Morita, Nippon electr. Comm. Engng. 4 (1936) S. 332; 15 S., 26 Abb.] *Grs.*

621. 396. 812. 3 **Ausgleich von Schwankungen der Zeichenstärke.** — Durch Überlagerung von Bodenwelle und Raumwelle oder Raumwelle und Raumwelle entstehen Schwunderscheinungen der Trägerwelle. Eckersley[1]) hat ausgeführt, daß diese Schwunderscheinungen durch gleichzeitige Aussendung des Zeichens auf mehreren benachbarten Trägern ausgeglichen werden können. Das einfachste Verfahren ist dabei die Modelung des Trägers mit einer Tonfrequenz, wobei neben der Trägerfrequenz die beiden Seitenfrequenzen entstehen. Die Modelungsfrequenz muß entsprechend dem Weglängenunterschied zwischen den einzelnen Strahlen gewählt werden.

Die Verfasser behandeln zunächst die theoretischen Zusammenhänge und berichten dann über Versuche mit diesem Verfahren auf kürzere Entfernungen. Die benutzte Trägerfrequenz war 1,45 MHz, Sender und Empfänger waren 25 km voneinander entfernt. Größtenteils wurde der Schwund künstlich nach dem Appleton-Barnett-Frequenzänderungsverfahren erzeugt. Es wurden aber auch natürliche Schwunderscheinungen ausgewertet. Die Frequenzänderung bei der künstlichen Schwunderzeugung betrug rd. 10 kHz in 3 s, der Empfänger hatte eine Bandbreite von 20 kHz. Der Modelungsgrad betrug rd. 95%. Die Versuche ergaben folgendes:

1. Entsprechend der Theorie wird der günstigste Ausgleich erreicht bei einem Modelungsgrad von rd. 100% und einer Modelungsfrequenz, die dem Weglängenunterschied der zusammentreffenden Strahlen entspricht.
2. Die für die kürzeren Entfernungen (bis zu 500 km) geeigneten Modelungsfrequenzen liegen zwischen 350 und 850 Hz bei einer Höhe der reflektierenden Schicht zwischen 100 und 220 km; sie sind unabhängig von der gewählten Trägerfrequenz.
3. Auch die ungeraden Vielfachen der Modelungsfrequenz sind als Ausgleichsfrequenz geeignet.
4. Die Feldstärkeschwankungen lassen sich im günstigsten Fall auf etwa ein $^1/_3$ vermindern.

Das Verfahren wurde von den Verfassern in der Richtung erweitert, bei der Ausstrahlung am Sender die ursprüngliche Trägerfrequenz zu unterdrücken. Die notwendige Modelungsfrequenz war entsprechend der Theorie mit rd. 400 Hz etwa halb so groß wie bei dem ersten Verfahren. Die Höhe des Modelungsgrades war nicht mehr wesentlich, die Feldstärkeschwankungen ließen sich erheblich stärker, im günstigsten Falle von 60% auf 5% herabsetzen. Zu berücksichtigen ist, daß der Ausgleich sich nur auf den Phasenschwund, nicht aber auf den gleichzeitig auftretenden Amplitudenschwund der Raumwelle auswirkt, der seinerseits zusammen mit den Resten des Phasenschwundes durch die selbsttätige Schwundregelung (Volume Control) erfaßt wird. Bei beiden Verfahren ist es notwendig, den Zeichenempfänger mit den Anodenstromschwankungen im Audion zu steuern, da die empfangene Modelungsfrequenz wieder starke Schwankungen zeigt und so einen verständlichen niederfrequenten Empfang unmöglich macht.

Die Verfasser behandeln schließlich Anwendungsmöglichkeiten der beschriebenen Schwundausgleichsverfahren bei Untersuchungen der Ionosphäre, bei der Funkpeilung und bei Rundfunk-Telegraphie und Telephonie. Bei Telephonie ergaben die Versuche:

1. Das Auftreten von Verzerrungen des Programms läßt sich beim Hinzufügen der Ausgleichsfrequenz nicht ganz vermeiden.
2. Die Verwendung einer quadratischen Gleichrichtung im Empfänger erscheint notwendig.
3. Der Modelungsvorgang am Sender ist schwierig.
4. Wenn die Ausgleichsfrequenz einen Schwundausgleich der Trägerwelle herbeiführt, treten auch beim niederfrequenten Programm keine Schwunderscheinungen auf.

Eine Kurve zeigt, welche Wirkung des Schwundausgleichs zwischen 0 und 500 km erreicht wird, wenn der Ausgleich für 300 km berechnet ist. [A. L. Green u. G. Builder, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 610; 13 S., 12 Abb.] *Mbs.*

621. 396. 812. 3 **Phasenschwundausgleich beim Funkweitverkehr.** — Die Verfasser berichten über die Ausdehnung der im vorstehenden Bericht beschriebenen Untersuchungen auf den Funkweitverkehr. Die Messungen wurden in Entfernungen von 700 km (Melbourne) und 3300 km (Perth) vom Sender durchgeführt. Es handelt sich also bei dem Phasenschwund um Interferenz von Raumwellen, die beide gleichzeitig auch amplitudenmäßig zwischen Null und einem Höchstwert schwanken können.

Nach verschiedenen theoretischen Ausführungen werden die Versuche und ihre Ergebnisse unter Beifügung einer Anzahl von Kurvenblättern beschrieben. Als Trägerfrequenz wurden 3,46 MHz verwendet; sie wurde am Sender vor der Ausstrahlung unterdrückt. Aus früheren Versuchen war bekannt, daß in Melbourne u. a. eine starke von der E-Region einmal reflektierte Welle auftritt. Unter Benutzung dieser Feststellung wurde der Weglängenunterschied wieder nach dem Appleton-Barnett-Verfahren ermittelt und die entsprechende Ausgleichsfrequenz hinzugefügt. Bei der 700 km-Entfernung schwankte der Weglängenunterschied zwischen den beiden wichtigsten Raumstrahlen mit der Tageszeit zwischen 125 und 500 km, die entsprechenden Ausgleichsfrequenzen sind 600 und 125 Hz. Der günstigste Phasenschwundausgleich wurde erreicht bei gleichzeitiger Verwendung zweier Modelungsfrequenzen, und zwar 600 und 200 Hz.

Bei dem Empfang in 3300 km Entfernung handelt es sich erfahrungsgemäß nur noch um mehrfach reflektierte Strahlen. Die Weglängendifferenz und damit die Ausgleichsfrequenzen wurden entsprechend den Erfahrungen auf der 700 km Strecke abgeleitet. Für 3300 km ergab sich der Weglängenunterschied zu 600 bis 800 km; die entsprechenden Ausgleichsfrequenzen sind 50 und 150 Hz. Die geeigneten Ausgleichsfrequenzen zeigen also in beiden Fällen ein Verhältnis von rd. 1 zu 3. In diesem Falle sind auch die Tonfrequenzen ausgeglichen. [A. L. Green u. O. C. Pulley, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 623; 9 S., 11 Abb.] *Mbs.*

Theoretische Elektrotechnik.

537. 564 **Säulenzündung und Townsendsche Theorie.** — Die Townsendsche Zündbedingung für ein homogenes Elektrodenfeld: $\gamma\,(e^{\alpha d} - 1) = 1$ beruht bekanntlich auf der Annahme, daß jedes von der Kathode ausgelöste Elektron auf dem Umwege über Lawinenbildung im Gase (α) und Elektronen-

[1]) T. L. Eckersley, J. Instn. electr. Engrs. 67 (1929) S. 992.

Digitized by Google

befreiung durch positive Ionen an der Kathode (γ) schließlich wieder zur Befreiung eines Elektrons führt. Versucht man nun diese Überlegung auf den Fall der in einem relativ zur Länge dünnen Rohre zündenden Entladung anzuwenden, so ist dazu eine wesentliche aus der Theorie der positiven Säule folgende Ergänzung notwendig. Die Lawinenbildung im Gase und auch das Zurückströmen der positiven Träger zur Kathode erfolgt nämlich nicht verlustfrei, da sowohl Elektronen wie Ionen infolge von Diffusion an die Wand gelangen und so für den weiteren Zündmechanismus unwirksam werden. Im Gegensatz zu den Verhältnissen der stationär brennenden Säule geschieht nun aber diese Abdiffusion nicht nach Maßgabe des ambipolaren Diffusionskoeffizienten, sondern es sind wegen der noch fehlenden Raumladungen die reinen Diffusionskoeffizienten der beiden Trägerarten D^- und D^+ wirksam, wobei aus bekannten Gründen D^- sehr viel größer als D^+ ist. Zur Ableitung der in diesem Falle anzuwendenden Zündbedingung führen wir die mittlere Lebensstrecke L^- bzw. L^+ ein, d. h. den Weg, den ein Elektron bzw. Ion im Mittel von seinem Entstehungsort an in Feldrichtung zurücklegt, ehe es durch Aufprallen auf die Wand verloren geht. Daraus folgt dann für die Elektronenlawine der Ausdruck $n = n_0 e^{(\alpha - 1/L^-)x}$, der sich von der Townsend-Lawine dadurch unterscheidet, daß statt α der Faktor $(\alpha - 1/L^-)$ gesetzt werden muß. Entsprechend erhält man für die Anzahl der an der Kathode ankommenden positiven Ionen $n_0 \frac{\alpha}{\alpha'}(e^{\alpha' d} - 1)$, wobei $\alpha' = \alpha - \frac{1}{L^-} - \frac{1}{L^+}$ gesetzt ist. Da nun $L^- \ll L^+$ ist, kann in ausreichender Näherung $\alpha' = \alpha - \frac{1}{L^-}$ gesetzt werden. Die Zündbedingung lautet jetzt:

$$\gamma \frac{\alpha}{\alpha'}(e^{\alpha' d} - 1) = 1 .$$

Natürlich muß diese Bedingung auch die Townsendsche Form als Grenzfall für verschwindenden Diffusionsverlust mit enthalten. Das ist in der Tat der Fall, denn beim Grenzübergang $L^- \to \infty$ wird $\alpha' = \alpha$. Für ein sehr langes Rohr $(d \to \infty)$ wird, wie man leicht sieht, α' negativ, und die Zündbedingung lautet in diesem Fall

$$\alpha' = -\alpha\gamma, \quad \text{oder} \quad \alpha = \frac{1}{L^-} \cdot \frac{1}{1+\gamma} .$$

Das negative α' bedeutet jetzt natürlich eine abklingende Elektronenlawine. [G. Mierdel und M. Steenbeck, Z. Phys. 106 (1937) S. 311.] *Vb.*

Physik.

621. 315. 616 : 536. 2. 081. 7 **Die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen.** — Die absolute Messung der Wärmeleitfähigkeit ist zeitraubend und die Bestimmung der Wärmeverluste schwierig. S. Erk, A. Keller und H. Poltz haben daher ein Vergleichsverfahren entwickelt, das eine wesentliche Vereinfachung und Abkürzung der Messungen und eine einfache Berechnung des Ergebnisses gestattet. Die Wärme strömt von einem Aluminiumzylinder von 54° durch eine 10 mm dicke Kupferplatte, die Versuchsplatte, eine 2,5 mm dicke Kupferplatte, eine 5 mm dicke Vergleichsplatte aus Glas und eine 10 mm dicke Kupferplatte zu einem Aluminiumzylinder von 14°. Die Temperaturen der Kupferplatten werden durch Thermoelemente gemessen; sie unterscheiden sich nur unwesentlich von den entsprechenden Temperaturen der Plattenoberflächen. Um Luftschichten zu vermeiden, wird auf jede Seite der Versuchs- und Vergleichsplatte eine kleine Ölmenge gebracht. Sind F und F_0 die Flächen von Versuchs- und Vergleichsplatte, d und d_0 ihre Dicken, Δt und Δt_0 die Temperaturunterschiede zwischen ihren Endflächen, so besteht zwischen ihren Wärmeleitzahlen λ und λ_0 die Beziehung:

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = \frac{\Delta t_0}{\Delta t} \cdot \frac{d}{d_0} \cdot \frac{F_0}{F} .$$

λ_0 wird durch eine Absolutmessung genau bestimmt; der Einfluß der Ölschichten und der Wärmeverluste läßt sich abschätzen. Unter Berücksichtigung aller Fehlerquellen ergibt sich eine Genauigkeit der Vergleichsmessung von 2%. Die Verfasser geben die Dichten und Wärmeleitfähigkeiten von 46 Kunststoffen an. Mit der Dichte steigt auch die Wärmeleitfähigkeit. Die Phenol- und Harnstoffpreßstoffe besitzen, soweit sie organische Füllstoffe haben oder füllstofffrei sind, alle größenordnungsmäßig die gleiche Wärmeleitzahl $0{,}27 \pm 0{,}06$ kcal/m · h · °C. Anorganische Füllstoffe setzen die Wärmeleitfähigkeit auf das Zwei- bis Dreifache herauf. Bei den Preßmischungen aus Phenolharz und Holzmehl steigt die Wärmeleitfähigkeit mit wachsendem Gehalt an Holzmehl. [S. Erk, A. Keller und H. Poltz, Phys. Z. 38 (1937) S. 394; 8 S., 2 Abb.] *Br.*

Werkstatt und Baustoffe.

537. 221 : 676 **Elektrische Ladungserscheinungen an Papieren.** — Bekanntlich können sich Papiere elektrisch aufladen. Führt diese Erscheinung mitunter schon in der Papierfabrik zu technischen Unzuträglichkeiten, so wird sie in den Druckereien nicht selten zum Anlaß von Schäden. Elektrisches Papier neigt zum Aneinanderhaften und Hängenbleiben der Bogen; es behindert den Druck- und Falzvorgang und verursacht durch Ausschuß Verluste, ja in Fällen hoher Ladungen sind durch Funken schon Brände entstanden. Durch Versuche im Laboratorium und an Papier- und Druckmaschinen wurde den Erscheinungen, besonders dem Zusammenhang mit den stofflichen und Formeigenschaften des Papiers nachgegangen. Als Kenngröße wurde die Ladung bzw. die Spannung benutzt, die mit einem eigens entwickelten, einer Elektrisiermaschine ähnlichen Gerät in Verbindung mit einem statischen Spannungsmesser gemessen werden konnte. Auch andere elektrische Eigenschaften des Papiers wurden herangezogen. Die Ladungserscheinungen ließen sich stets auf mechanische Reibungsvorgänge, auf innige Berührung und nachfolgende rasche Trennung zurückführen. Die Neigung der Papiere zur Aufladung hängt vor allem von der relativen Feuchtigkeit der umgebenden Luft, erst in zweiter Linie vom Feuchtigkeitsgehalt des Papieres ab. Man muß annehmen, daß die stark entelektrisierende Wirkung feuchter Luft auf der Bildung feinster Kondenshäute an der Papieroberfläche beruht. Die allgemeinen Faktoren der Papierbereitung, Faserstoffart, Beschwerung, Leimung, Stoffschmierigkeit, Dicke, Dichte, Glätte usw. wirken nur wenig, meist auf dem Umweg über die Veränderung der Papierfeuchtigkeit auf die Ladungsneigung ein. Durch Salzzusätze, die das Papier stark leitend machen, kann das Auftreten von Ladungen verhindert werden. Aus den durch herstellungstechnische Versuche gewonnenen Ergebnissen läßt sich auch das Verhalten des Papiers bei der Verarbeitung in der Druckerei verstehen. Hier ist vor allem der Feuchtigkeitsgehalt des Papiers selbst in Rolle oder Stapel maßgebend. [W. Brecht, F. Schmid und R. Vieweg, Papierfabrikant 35 (1937) S. 133, 142 u. 149; 23 Abb.] *eb.*

Verschiedenes.

Berufserziehungsstätte für Elektroinstallateurmeister und -gesellen. — Die Fördermaßnahmen der DAF. auf dem Gebiete der Berufserziehung sollen dem Elektrohandwerker das für seinen Beruf erforderliche praktische Können und Wissen vermitteln. Im Winterhalbjahr 1937/38 finden die Grund- und Förderlehrgänge in der Berufserziehungswerkstätte Berlin SW 68, Ritterstraße 71, statt, und zwar Montags, Mittwochs und Freitags von 19^{00} bis 22^{00}. An einer 50 m langen Übungsmauer, die aus allen vorkommenden Baustoffarten zusammengesetzt ist, werden die entsprechenden Installationen ausgeführt. Außerdem stehen auch die gebräuchlichsten Haushaltgeräte für Anschlußarbeiten zur Verfügung. Die Teilnehmer werden weiter unterrichtet in VDE- und Unfallverhütungsvorschriften, Materialbestellung und -verwaltung und im Entwerfen von Anlagen und Schaltplänen. Nach Beendigung der Schulung erhält jeder erfolgreiche Teilnehmer einen Leistungsbrief der Deutschen Arbeitsfront.

AUS LETZTER ZEIT.

Jubiläum der Lichttechnik in Ungarn. — Am 29. 10. feierte das Ungarische Beleuchtungstechnische Institut in Budapest das Fest seines zehnjährigen Bestehens. Institutsvorsitzender ist Dir. Franz Zipernovszky, der die Tätigkeit des Institutes in seinem Festvortrag behandelte. Zur Zeit werden jährlich etwa 200 Fachvorträge vor rd. 20 000 Zuhörern im Jahr gehalten. Die meisten in Ungarn tätigen Lichttechniker verdanken ihre Fachausbildung dem Budapester Institut.

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Das Verfahren vor der Patent-Einigungsstelle der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Von K. Kahle VDE, Berlin.

347.77

Die von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie eingerichtete Patent-Einigungsstelle dient bekanntlich[1]) dem Zwecke, Streitigkeiten über gewerbliche Schutzrechte der Mitglieder der Wirtschaftsgruppe unter sich und mit Außenstehenden auf gütlichem Wege auszugleichen und so langwierigen und kostspieligen Prozessen vorzubeugen. Mit diesem Schritt ist die Wirtschaftsgruppe einer Entwicklung gefolgt, die in neuerer Zeit immer mehr Eingang gefunden hat und der sich auch der Staat in der Gesetzgebung nicht verschließt. Schon durch die Verordnung vom 13. Februar 1924 zur Zivilprozeßordnung ist diesem Gedanken im amtsgerichtlichen und auch im landsgerichtlichen Verfahren durch Einführung eines obligatorischen Güteverfahrens vor dem eigentlichen Streitverfahren weitgehend Rechnung getragen. Noch weiter gehen neue Gesetze, die auf gewissen Sondergebieten, nämlich für Wettbewerbsstreitigkeiten und auch für Arbeitsstreitigkeiten, außergerichtliche Einigungsämter bzw. Gütestellen vorsehen, die zur Herbeiführung einer gütlichen Einigung angerufen werden können, wenn die Austragung des Streites vor den zuständigen Gerichten vermieden werden soll. Einrichtungen dieser Art entspricht die Patent-Einigungsstelle nach Zweck und Wesen, sie ist aber nicht wie jene eine durch Gesetz geschaffene, staatliche Stelle, der besondere Befugnisse verliehen sind, sie ist vielmehr als Schöpfung der Wirtschaftsgruppe privater Natur und ohne staatliche Gerechtsame. Zu beachten ist, daß Einigung- und Gütestellen, die landläufig auch als Schiedsgerichte bezeichnet werden, mit diesen zwar insofern verwandt sind, als sie eine Behandlung einer Rechtsstreitigkeit in einem außergerichtlichen Verfahren gestatten, daß sie sich aber grundsätzlich von diesen dadurch unterscheiden, daß sie nicht, wie die eigentlichen Schiedsgerichte, Entscheidungen treffen, sondern nur eine freiwillige Einigung über den Streitfall ermöglichen.

Bei dem kurzen Bestehen der Patent-Einigungsstelle ist hier noch nicht über Erfahrungen zu berichten, sondern nur darüber, wie ihre Tätigkeit gedacht ist. Sie steht allen Mitgliedern der Wirtschaftsgruppe gebührenfrei zur Verfügung ohne daß irgendein Zwang besteht, sie in Anspruch zu nehmen. Ihrer Aufgabe entsprechend unter Technikern einigend zu wirken, hat ihr Leiter satzungsgemäß selbst Techniker zu sein und die nötigen Erfahrungen im Patentrecht mitzubringen. Ihre Zuständigkeit umfaßt alle Streitigkeiten über erteilte Patente und Gebrauchsmuster, die, soweit sie nicht Gebrauchsmuster von geringem Streitwert betreffen, nach dem neuen Patent- und Gebrauchsmustergesetz im Rechtswege in erster Instanz den Landgerichten zugewiesen sind. Mit dem Anmeldeverfahren der in Rede stehenden Schutzrechte befaßt sich die Patent-Einigungsstelle nicht.

Im allgemeinen setzt das Verfahren vor der Patent-Einigungsstelle das Vorhandensein zweier Parteien voraus. Um aber schon dem Entstehen von Streitigkeiten vorzubeugen, wird auch einzelnen Mitgliedern gegenüber eine beratende Tätigkeit zur Feststellung des Umfanges eines Schutzrechts gegenüber dem Stande der Technik ausgeübt. Wer eine solche Auskunft wünscht, wird zu überlegen haben, ob er nicht weiterkommt, wenn er von vornherein den Inhaber des Schutzrechts gegebenenfalls mit Hilfe der Einigungsstelle am Verfahren zu beteiligen versucht. Ein zweiseitiges Verfahren gewährt größere Sicherheit und ermöglicht, Meinungsverschiedenheiten von vornherein auszuräumen. Ein solches zweiseitiges Verfahren würde dem Wesen nach einer Feststellungsklage vor den ordentlichen Gerichten entsprechen.

In der Regel wird aber das Verfahren vor der Patent-Einigungsstelle bereits bestehende Streitigkeiten zum Gegenstande haben, für die eine gütliche Einigung erstrebt wird. Hier werden zunächst durch einen kurzen Schriftwechsel die Unterlagen für den Streitfall zusammenzubringen sein, damit zu erkennen ist, um was es geht. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich schon hierbei der Streit beilegen läßt. Gewöhnlich wird das aber erst auf Grund einer Aussprache zwischen den Parteien in einer mündlichen Verhandlung vor dem Leiter der Patent-Einigungsstelle möglich sein, in der das gesamte Streitverhältnis mit den Parteien unter freier Würdigung aller Umstände zu erörtern ist. Eine solche freie, durch Formen nicht eingeengte Aussprache unter Fachleuten bietet Gewähr, den Streit auf die technischen Merkmale einzuengen, auf die es ankommt, und für den so verbleibenden Rest eine Ausgleichgrundlage zu finden. Einigen sich hierbei die Parteien nicht untereinander, so wird der Verhandlungsleiter einen Einigungsvorschlag zu machen haben, dessen Annahme oder Ablehnung im freien Willen der Parteien liegt. Führt auch der Einigungsvorschlag nicht zum Ziele, so bleibt für die Einigungsstelle nichts anderes übrig, als ihre Tätigkeit einzustellen. Sie gibt darüber einen schriftlichen Bescheid und kann sich dabei auch in einem gutachtlichen Spruche über den Streitfall äußern, wenn die Sachlage hinreichend geklärt ist.

Die Einigungsstelle wird im Verlauf des gesamten Verfahrens nach besten Kräften bemüht sein, die Parteien zusammenzuführen, darf aber auch erwarten, daß die Parteien, die doch durch Anrufung der Einigungsstelle ihren Verständigungswillen zum Ausdruck gebracht haben, diesen auch bestätigen. Es kann nicht verlangt werden, daß sie ihre eigenen Interessen aufgeben, wohl aber, daß sie einerseits dazu beitragen, den Sachverhalt wahrheitsgemäß aufzuklären, und anderseits ihn auch offen anerkennen, wenn er sich gegen sie richtet.

Bei der Erörterung des Streitfalles wird es in der Hauptsache auf die Feststellung des Standes der Technik ankommen, der den Geltungsbereich der streitigen Schutzrechte bestimmt. Soweit dazu öffentliche Druckschriften erforderlich sind, wird die Einigungsstelle ebenso wie die ordentlichen Gerichte im Verletzungsstreit im wesentlichen auf die Angaben der Parteien angewiesen sein. Sie ist aber durch ihre Kenntnis des einschlägigen Schrifttums und durch ihre Verbindung mit der Elektroindustrie imstande, diese Angaben zu ergänzen und den Parteien bei der Auffindung weiterer Unterlagen zur Hand zu sein. Ob zur Feststellung von Fällen offenkundiger Vorbenutzung die Einigungsstelle über die Behauptungen der Parteien hinaus an Dritte herantritt, hängt von der Zustimmung der Parteien ab. Es ist aber zu erwarten, daß sie auch in dieser Beziehung keine Schwierigkeiten machen und die Findung des wahren Sachverhaltes in jeder Weise fördern.

Diese Hilfspflicht gilt auch für den Zeugenbeweis über behauptete Tatsachen z. B. über offenkundige Vorbenutzung. Die Patent-Einigungsstelle kann wohl Zeugen vernehmen, aber nicht unter Eid. Dieses Mittel zur Herbeiführung einer wahrheitsgemäßen Aussage ist den ordentlichen Gerichten vorbehalten. Aber wenn schon das Gericht in einem Streitverfahren bei Verzicht der Parteien auf die Vereidigung ohne diese dem Zeugen Glauben schenken kann, so ist doch anzunehmen, daß die Durchführung eines Güteverfahrens unter verständnisbereiten Parteien nicht ernstlich darunter zu leiden braucht, wenn die Abnahme des Eides beim Zeugenbeweis nicht zu Gebote steht. Wenn nicht gegen die Glaubwürdigkeit eines Zeugen begründete Zweifel bestehen, sollten seine Aussagen auch ohne Eid anerkannt werden.

Bei der Bedeutung der mündlichen Verhandlung für das Verfahren sollten die Parteien auf die Ladung hin, wenn irgend möglich, persönlich erscheinen, da doch das Bild des Streites durch die mündliche Aussprache oft ein wesentlich anderes Aussehen gewinnt. Sie selbst sind

[1]) Vgl. ETZ 58 (1937) H. 27, S. 754.

Digitized by Google

eher in der Lage, beurteilen zu können, wie weit dem Rechnung zu tragen ist, als ein Vertreter, der sich leicht mehr als nötig an seine ursprüngliche Anweisung gebunden fühlen wird. Als Vertreter zur mündlichen Verhandlung sind im Betrieb der Parteien tätige Personen in Betracht zu ziehen, die womöglich auf Grund eigener Wahrnehmung zur Aufklärung des Streites beitragen können. Sie müssen durch schriftliche Vollmacht zur Abgabe der nötigen Erklärungen insbesondere zu einem Vergleichsabschluß ermächtigt sein, sonst hat es keinen Zweck, Einigungsverhandlungen zu pflegen. Grundsätzlich ist die Vertretung im Verfahren in keiner Weise beschränkt, sie kann in vielen Fällen zur Aufklärung und Präzisierung des Sachverhalts von Nutzen sein, besonders für Parteien, die mit patentrechtlichen Fragen weniger vertraut sind. Bei der Entschließung hierüber ist zu bedenken, daß es sich nicht um ein Streit-, sondern um ein Güteverfahren handelt, für dessen Erfolg die Unmittelbarkeit von ganz besonderem Werte ist.

Kann infolge Nichterscheinens der einen oder beider Parteien bzw. deren Vertreter nicht verhandelt werden, so ist das Verfahren einzustellen, wenn nicht etwa auf Grund schriftlicher Erklärungen eine Einigung möglich ist. Die Güteverhandlung kann infolge einer entschuldbaren Verhinderung vertagt werden, sie kann auch im Einverständnis mit den Parteien wiederholt werden, wenn noch wesentliche Fragen offen geblieben sind.

Schwierigkeiten könnten entstehen, wenn ein Streitfall gleichzeitig vor den ordentlichen Gerichten und vor der Patent-Einigungsstelle behandelt wird. Die Mitglieder sind daher nach der Satzung gehalten, während der Dauer des Güteverfahrens den Streit nicht vor die Gerichte zu bringen. Es ist auch mißlich, daß die Einigungsstelle sich mit Streitfällen befaßt, die bereits bei den Gerichten anhängig sind. Falls sich in einem solchen Fall die Parteien einigen wollen und glauben, dies durch Vermittlung der Einigungsstelle leichter fertig zu bringen, so würde sie sich ihnen nicht verschließen. Abzulehnen wird es aber sein, während eines schwebenden Gerichtsverfahrens auf Antrag einer Partei sich über den Streitgegenstand und seine Aussichten auszulassen. Das würde auf ein einseitiges Parteigutachten hinauslaufen, mit dem die Patent-Einigungsstelle ihre Unparteilichkeit aufs Spiel setzen würde, auf die sie dringendst zu halten hat. Ein solches Prozeßgutachten ist etwas wesentlich anderes, wie ein gutachtlicher Spruch bei Einstellung des Verfahrens, der als Ergebnis einer Aussprache mit b e i d e n Parteien zustandekommt. Er ist auch nicht der Aufklärung einer einzelnen Partei über ein Sachverhältnis zur Vermeidung eines Streites gleichzustellen, von dem am Anfang die Rede war.

Was können die Parteien nun vor der Einigungsstelle erreichen? Entweder ein volles Anerkenntnis des Standpunktes der einen oder der anderen Partei oder einen Vergleich unter gegenseitgem Nachgeben der Parteien. Materiell bestehen also hier dieselben Möglichkeiten auf Grund freiwilliger Einigung, wie auf dem Rechtswege auf Grund richterlicher Entscheidung. Die Einigungsformel wird in die Niederschrift über die Verhandlung aufgenommen und von den Parteien urkundlich dadurch anerkannt, daß die Niederschrift ihnen verlesen und von ihnen genehmigt und unterschrieben wird. Die Einigungsformel gibt ihnen, da sie vor einer privaten, nicht mit besonderen Befugnissen ausgerüsteten Stelle zustande gekommen ist, keinen vollstreckbaren Titel, wie eine richterliche Entscheidung; wohl aber schafft sie ein vertragliches Verhältnis zwischen den Parteien, das den Streit beendet und ihre rechtlichen Beziehungen festlegt und dessen Erfüllung gegebenenfalls durch Klage zu erzielen ist. Damit ist aber die Rechtslage zwischen den Parteien wesentlich vereinfacht, denn jetzt braucht das, was vereinbart ist, nicht mehr vor Gericht erstritten zu werden, sondern bildet dort eine vertraglich festgelegte Rechtsgrundlage für die Erfüllungsklage.

Liegt den Parteien daran, einen vollstreckbaren Titel vor der Patent-Einigungsstelle zu erhalten, so ist sie als Schiedsgericht gemäß dem 10. Buch der ZPO. in Anspruch zu nehmen. Das ist auf Grund eines Schiedsvertrags in der vorgeschriebenen Schriftform möglich, in dem sich die Parteien dem Schiedsspruch der Einigungsstelle unterwerfen. Diese ist dann nicht mehr als Einigungsstelle nach eigener Satzung tätig, sondern als Gericht nach den gesetzlichen Bestimmungen. Sowohl der Schiedsvertrag, wie das Schiedsverfahren unterliegt nach diesen einer Reihe von Formvorschriften, die, da ihre Einhaltung der Nachprüfung des Staatsgerichts unterliegt, die Rechtsgültigkeit und Vollstreckbarkeit des Schiedsspruchs gefährden können und das ganze Verfahren recht umständlich machen.

Das gegebene Tätigkeitsfeld für die Einigungsstelle ist nicht das Schieds-, sondern das Güteverfahren, das nicht an hemmende Formvorschriften gebunden ist und den Parteien die freie Entschließung beläßt. Aber nicht alle Streitigkeiten um gewerbliche Schutzrechte eignen sich für eine Behandlung durch die Patent-Einigungsstelle. Wo schwierige, weittragende Rechtsfragen im Spiele sind, die tiefgründige Überlegungen erfordern und zu neuen rechtlichen Erkenntnissen führen, ist kein Feld für eine Gütetätigkeit. Sie verspricht vornehmlich in solchen Fällen Erfolg, wo feststehende Rechtsregeln auf technische Tatbestände anzuwenden sind und Billigkeitserwägungen Raum haben. Hier können die Vorteile des Güteverfahrens, seine Schnelligkeit und Beweglichkeit, zur Geltung kommen. In solchen Fällen würde es Verschwendung an Zeit, Arbeit und Geld bedeuten, wenn man an die Gerichte heranträte, ohne es vorher mit der Patent-Einigungsstelle versucht zu haben. Bei ihr finden die Parteien im Verhandlungsleiter nicht einen Richter, vor dem sie stehen und den Spruch erwarten, sondern einen Mittler, mit dem zusammen sie am Verhandlungstisch sitzen und in ungezwungener Aussprache eine Einigung suchen.

Damit sind die Aufgaben und die Arbeitsweise der Patent-Einigungsstelle kurz umschrieben. Es wird Sache der Mitglieder der Wirtschaftsgruppe sein, von den ihnen damit gebotenen Vorteilen richtigen Gebrauch zu machen.

Die Elektrizitätsversorgung Rumäniens 1936.

Von **Hans Thiess**, Sibiu (Rumänien).

621. 311. 1. 003. 1 (498)

Übersicht*). Die Elektrizitätsversorgung Rumäniens hat im Jahre 1936 günstige Fortschritte gemacht; die neuesten Maßnahmen der Regierung bezüglich der ländlichen Elektrisierung lassen eine weitere wesentliche Neubelebung erwarten. Auf Grund der letzten Betriebsstatistik wird ein Überblick über den Stand der gegenwärtigen Energieversorgung Rumäniens gegeben.

Die ansteigende Konjunktur hat sich auf die allgemeine Wirtschaftslage des Landes und damit auch auf die Elektrizitätsversorgung Rumäniens im Jahre 1936 günstig ausgewirkt. Industrie und Handel, Verkehr und Gewerbe sowie die Landwirtschaft haben eine lebhafte Neubelebung erfahren, so daß auch die handelspolitische Stellung Rumäniens eine erhebliche Verbesserung zu verzeichnen hat.

In den nachfolgenden Zahlentafeln wird ein Bild gegeben über die Ausbreitung und Anwendung der Elektrizität in Rumänien für das Jahr 1936. Zahlentafel 1 gibt zunächst Aufschluß über die Art der Stromversorgung.

Z a h l e n t a f e l 1. Art der öffentlichen Stromversorgung.

Stromart	Zahl der Werke	Leistung kW	% aller Werke	% der Gesamtleistung
Gleichstrom	95	24 000	49	10
Drehstrom	113	215 000	51	90
insgesamt 1936 . . .	208	239 000	—	—
insgesamt 1935 . . .	205	217 000	—	—

*) Bericht über 1935: ETZ 58 (1937) H. 3, S. 77.

Digitized by Google

Gemäß Zahlentafel 1 entfallen auf die Drehstromwerke 90 % der Gesamtleistung, einschließlich der drei noch vorhandenen Einphasen- und Zweiphasenwerke, wobei 96 El.-Werke mit 50 Hz und 17 Werke mit 42 Hz arbeiten. Von den 208 öffentlichen Werken sind 106 Privatgesellschaften, 79 Gemeindeunternehmungen und 4 staatliche Betriebe, während 13 Werke einen gemischtwirtschaftlichen Betrieb führen und 6 Werke in öffentlicher Verwaltung stehen.

Zahlentafel 2. Art der Betriebskraft, Leistung und Jahreserzeugung.

Antriebsmaschinen öff. El.-W.	Leistung		Jahreserzeugung		mittlere Jahresbenutzungsdauer
	kW	in %	Mill kWh	in %	h
Wasserturbinen	29 000	12	81,3	17,4	2 800
Dampfmaschinen und Turbinen	150 000	63	305,4	66,0	2 000
Dieselmaschinen	57 500	24	74,7	16,0	1 300
Gas- und Benzinmotoren	2 500	1	2,6	0,6	1 040
öff. El.-W. insgesamt	239 000	—	464,0	—	1 940
Fremdstrom aus Eigenanlagen	—	—	13,0	—	—
Jahr 1936			477,0		
Jahr 1935			427,0		

Für die öffentliche Stromversorgung wurden insgesamt 477 Mill kWh erzeugt (Zahlentafel 2), wovon 27 Mill kWh auf den Eigenverbrauch und 68 Mill kWh auf die Verluste entfallen, so daß die nutzbare Stromabgabe für 1936 mit 382 Mill kWh angegeben werden kann gegenüber 340 Mill kWh des Jahres 1935 (Steigerung 12,4 %).

Zahlentafel 3 bringt eine Zusammenstellung über die Leistung und Erzeugung nach der Unternehmungsform, entsprechend den in der letzten Betriebsstatistik enthaltenen Angaben.

Zahlentafel 3. Leistung und Erzeugung nach der Unternehmungsform.

Eigentumsverhältnis	Leistung	Erzeugung	mittlere Jahresbenutzungsdauer
	kW	Mill kWh	h
öffentliche Werke	239 000	464	1 940
Eigenanlagen	235 000	493	2 100
insgesamt 1936	474 000	957	2 020
insgesamt 1935*)	435 000	867	2 000
insgesamt 1934**)	403 000	751	1 869
insgesamt 1929***)	290 000	570	1 960

*) ETZ 58 (1937) H. 3, S. 77. **) ETZ 57 (1936) S. 186. ***) ETZ 51 (1930) S. 1335.

Auf Grund der Zahlentafel 3 kann eine Steigerung der Gesamtjahreserzeugung von rd. 10 % gegenüber 1935 ermittelt werden.

Rumänien hat 15 373 Städte und Gemeinden mit zusammen rd. 18 Mill Einwohnern [Volkszählung 1930][1]), hiervon sind 458 Orte elektrisiert (3 %) mit zusammen 4 220 000 Einwohnern (23,4 %), und zwar ist in 129 Orten mit 1 190 000 Einwohnern Gleichstromversorgung und in 329 Orten mit zusammen 3 030 000 Einwohnern Wechselstrombetrieb zu verzeichnen. Für Gleichstrom werden vorwiegend 220 V und für Drehstrom die Spannungen von 220/380 V angewendet.

Da im Jahre 1936 für die öffentliche Stromversorgung 477 Mill kWh erzeugt worden sind, entfallen 26 kWh auf den Einwohner, bezogen auf die Gesamtbevölkerung. Dieses ist noch ein recht geringer Wert, und es müssen erhebliche Anstrengungen gemacht werden, um den Ergebnissen der Elektrizitätsversorgung der westlichen Kulturstaaten näherzukommen, denn selbst unter Zugrundelegung der Gesamterzeugung von 957 Mill kWh erhält man erst einen Wert von 53 kWh je Einwohner. Die rumänische Regierung hat im Sommer 1937 durch Bewilligung eines außerordentlichen Kredites von zunächst rd. 22 Mill RM[2]) den Anfang gemacht für die Elektrisierung zahlreicher Landgemeinden in verschiedenen Komitaten. Es ist zu erwarten, daß für die nächsten Jahre weitere derartige Kredite durch den Staat zur Verfügung gestellt werden, wobei erwähnenswert ist, daß für die ländliche Elektrisierung in unmittelbarer Verwaltung eine volle Steuer- und Taxenfreiheit sowie für diesbezüglich eingeführte Waren auch Zollfreiheit gewährt wird. Die Gesamtlänge der Hochspannungs-Übertragungsleitungen kann mit 2060 km angegeben werden.

In Zahlentafel 4 ist die Stromerzeugung der größeren Elektrizitätswerke Rumäniens aufgezeigt.

Zahlentafel 4. Stromerzeugung größerer Elektrizitätswerke Rumäniens.

Unternehmung	Jahr der Inbetriebsetzung	Jahreserzeugung in Mill kWh			
		1929	1932	1935	1936
Arad	1897	8,7	7,7	8,0	9,0
Bucuresti	1908	75,5	115,3	134,5	148,0
Câmpina „Electrica"	1899	32,6	31,5	59,0	68,1
Cernauti	1896	10,7	13,0	13,3	14,5
Cluj-Klausenburg	1906	14,2	11,4	10,5	11,1
Galati	1900	2,0	7,8	11,0	12,4
Jasi	1898	6,0	8,3	10,3	11,6
Sibiu-Hermannstadt	1896	12,6	11,5	12,3	13,7
Siebenbürgische El. A.G. „Seta"-Sibiu	1929	0,6	7,1	9,2	9,9
Timisoara	1884	16,8	16,6	19,4	21,1

Die Tariffrage gewinnt infolge der geänderten wirtschaftlichen Verhältnisse und der technischen Neuerungen ständig an Wichtigekit. Die rumänischen Elektrizitätswerke wenden immer mehr den Grundgebührentarif (Haushalttarif) an, wobei in zahlreichen Fällen die Höhe des Grundpreises nach der Anzahl der Wohnräume berechnet wird.

Zusammenfassung.

Die öffentliche Elektrizitätsversorgung weist bei einer Jahreserzeugung von 477 Mill kWh für das Jahr 1936 gegenüber 1935 eine Steigerung von 12,4 % auf. Von sämtlichen Orten des Landes sind erst 3 % elektrisiert (hauptsächlich Städte) mit 23,4 % der Gesamtbevölkerung. Erzeugt wurden 26 kWh je Einwohner und unter Berücksichtigung der Gesamterzeugung (öffentliche Elektrizitätswerke und Eigenanlagen) 53 kWh je Einwohner.

[1]) ETZ 54 (1933) S. 935.

[2]) 1 RM = 46 Lei.

621. 311. 22. 003. 1 **Dampfkosten bei großen Rohbraunkohle-Elektrizitätswerken von 1915 bis 1930.** — Bedingt durch den Ausbau der deutschen Stickstofferzeugung während des Weltkrieges, die Steinkohlenknappheit in den ersten Nachkriegsjahren und die Wirtschaftsbelebung vor 1930 sind die Kesselanlagen der großen deutschen Rohbraunkohle-Elektrizitätswerke in dem Zeitraum von 1915 bis 1930 nahezu ständig vergrößert und gleichzeitig verbessert worden. An sechs diese Entwicklung kennzeichnenden ausgeführten Kesselbauarten für 16 at Dampfdruck wird der technische Fortschritt zahlenmäßig untersucht, wobei besonders darauf geachtet ist, daß der Vergleich nicht durch Zufälligkeiten oder örtliche Gegebenheiten beeinträchtigt wird. Der Verfasser wendet sich ausführlich der Unterteilung der Anlagekosten zu und geht dabei so vor, daß er zunächst die Veränderung der Heißdampf-Speisewasser- und Rauchgastemperaturen, Rauchgasgeschwindigkeiten, Strahlung, Kesselgrößen, Bemessung der Kesselteile usw. feststellt, diese Werte zu den Baustoffgewichten in Beziehung setzt und mit Hilfe der Einheitspreise schließlich die Kosten bestimmt. Die schon damals durch die technische Entwicklung ermöglichte Ersparnis an einzuführenden und heimischen Baustoffen ist gewaltig. 1930 wurden für die Kesselanlage eines Elektrizitätswerkes von rd. 96 000 kW nur noch 60% des 1915 eingebauten Eisengewichtes, rd. 49% der Steinmengen für die Kesseleinmauerung und 41% des umbauten Gebäuderaums benötigt. Neben den Anlagekosten werden auch die Betriebskosten behandelt. Zum Schluß wird die kommende Entwicklung der Kesselanlagen in Rohbraunkohle-Elektrizitätswerken erörtert. [M. Andritzky, Dissertation T. H. Berlin, 1936.] *eb.*

Digitized by Google

Energiewirtschaftlicher Zusammenschluß in Westfalen. — Nachdem die Vereinigten Elektrizitätswerke Westfalen AG. durch einen Vertrag[1]) mit der Steinkohlen-Elektrizitäts-AG. ihre Grundlage zur Erzeugung elektrischen Stromes aus Steinkohle erweitert hatte, haben sich nunmehr fast sämtliche Energieversorgungsträger (Erzeuger und Verteiler) Westfalens in der bereits vorhandenen Dachgesellschaft der westfälischen Gemeinden und Kreise, der Westfälischen Elektrizitätswirtschaft G. m. b. H. (WEW) zwecks gemeinsamer Verfolgung der energiepolitischen Ziele der Reichsregierung zusammengeschlossen. Der Zusammenschluß wird dem weiteren Ausbau der Erzeugungsgrundlage und der Verbundwirtschaft dienen. *Hs.*

[1]) ETZ 58 (1937) H. 37, S. 1018.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN.

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Beschäftigung der deutschen Elektroindustrie im zweiten Vierteljahr 1937[1]). — Im Vergleich mit dem im ersten Vierteljahr 1936 erreichten Beschäftigungsgrad hat die Beschäftigungslage in der deutschen Elektroindustrie im vorliegenden Berichtszeitraum einen weiteren Anstieg zu verzeichnen (siehe Zahlentafel 1). Augenblicklich sind 87,9% der Arbeiterplätze gegenüber 83,5% im ersten Vierteljahr 1937 besetzt, während bei den Angestellten die Kapazität voll ausgenutzt ist. Im Vergleich mit dem zweiten Vierteljahr 1936 ist das sich aus Arbeiterzahl und geleisteter Arbeitszeit ergebende Arbeitsvolumen (Arbeiterstundenkapazität) mit 86,6% um rd. 17% größer. Der absoluten Zahl nach waren im Durchschnitt des zweiten Vierteljahres 1937 insgesamt 355 000 Personen, darunter 283 000 Arbeiter beschäftigt, während im gleichen Zeitraum des Vorjahres die Beschäftigung noch bei insgesamt 302 000 mit 239 000 Arbeitern lag.

Zahlentafel 1. Beschäftigung[1]) der deutschen Elektroindustrie im 2. Vierteljahr 1937.

Monat	Zahl der beschäftigten Arbeiter in % der Arbeiterplatzkapazität		Zahl der beschäftigten Angestellten in % der Angestelltenplatzkapazität		Zahl der geleisteten Arbeiterstunden in % der Arbeiterstundenkapazit.		Durchschnittliche tägliche Arbeitszeit je Arbeiter h	
	1936	1937	1936	1937	1936	1937	1936	1937
1. Viertelj.[2])	71,5	83,5	86,0	96,6	68,3	83,5	7,60	7,82
IV. . . .	72,4	86,2	87,9	99,3	68,4	86,9	7,54	7,97
V. . . .	73,6	87,9	89,1	100,5	70,6	85,7	7,65	7,69
VI. . . .	75,3	89,7	90,2	101,4	70,0	87,2	7,43	7,68
2. Viertelj. .	73,8	87,9	89,1	100,4	69,7	86,6	7,54	7,78

[1]) Nach der Industrieberichterstattung des Statistischen Reichsamts.
[2]) S. a. ETZ 58 (1937) H. 29, S. 800.

Elektrotechnische Erzeugung Japans. — Die lebhaften Fortschritte der japanischen Industrie äußern sich auch auf elektrotechnischem Gebiet. Japans Elektroindustrie, seit Kriegsende wesentlich erstarkt, hat in neuerer Zeit wiederum sehr bemerkenswerte Fortschritte zu verzeichnen. So sind Beschäftigungsstand und Erzeugungswerte der japanischen Elektroindustrie in dem letzten, statistisch vorliegenden Jahre 1934 fast doppelt so hoch als 1931. In den Fabriken der japanischen Elektroindustrie waren zu diesem Zeitpunkt rd. 75 000 Personen tätig gegen 30 000 im Jahre 1931 (Zahlentafel 1). Gut die Hälfte davon entfiel verständlicherweise auf die Herstellung von elektrischen Maschinen und Apparaten. Wertmäßig stellte sich die Erzeugung in dem vorgenannten Jahre auf 670 Mill RM gegen 390 Mill RM im Jahre 1931 (Zahlentafel 2). Sehr stark war die Zunahme der Herstellung bei elektrischen Maschinen und hierunter wiederum bei Elektromotoren, von deren rascher Erzeugungszunahme auf die vermehrte Elektrisierung der japanischen Industrie zu schließen ist. Aber auch bei den Dynamomaschinen, Transformatoren und Umformern sowie bei der Herstellung von Akkumulatoren und Batterien liegen überdurchschnittliche Steigerungsgrade vor. Wie aus Teilberichten ersichtlich, hat diese lebhafte Aufwärtsbewegung auch in neuerer Zeit ihren Fortgang genommen.

[1]) ETZ 58 (1937) H. 29, S. 800.

Zahlentafel 1. Beschäftigte Personen.

Warengruppen	1931		1932		1933		1934	
	Arbeiter	Angestellte	Arbeiter	Angestellte	Arbeiter	Angestellte	Arbeiter	Angestellte
Insgesamt	22 997	8035	38 842	7175	50 634	8199	65 201	9637
Davon: Elektrische Maschinen und Instrumente . . .	13 365	4258	15 806	3216	23 050	3785	35 374	4449

Zahlentafel 2. Elektrotechnische Erzeugung (Werte in 1000 RM[1]).

Warengruppen	1931	1932	1933	1934
Elektrische Maschinen und Apparate .	200 221	202 435	276 927	453 651
Davon: Dynamos	13 267	12 304	19 077	27 998
Elektromotoren	28 271	26 225	53 256	86 530
Transformatoren und Umformer	19 912	19 180	29 005	42 340
Akkumulatoren u. Batterien .	20 670	22 806	28 308	34 480
Telephon- und Telegraphenapparate	18 606	18 660	19 018	32 726
Andere elektr. Maschinen u. Apparate	99 495	103 260	128 263	220 577
Elektrisches Beleuchtungsmaterial . .	49 183	46 628	57 930	69 735
Davon: Glaskolben für Glühlampen .	37 110	35 731	39 095	49 792
Drähte und Kabel	140 207	125 427	197 106	147 196
Insgesamt	389 611	374 490	531 963	670 582

Quelle: The Japan Year-Book, Tokio.

[1]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft.

Erzeugung der kanadischen Elektroindustrie. — Kanadas Elektroindustrie, schon seit langem den größten Teil des kanadischen Elektrobedarfes versorgend, hatte im Jahre 1935 wiederum eine Erzeugungszunahme zu verzeichnen. Mit 351,6 Mill RM war der Wert der hergestellten Elektrowaren um rd. ein Sechstel höher als im Vorjahre und um die Hälfte größer als im Jahre 1933. In den 182 Betrieben wurden 15 500 Menschen beschäftigt (Zahlentafel 1). Damit ist allerdings der frühere Beschäftigungsgrad von 1929 noch nicht erreicht worden. Aus dem Erzeugungsprogramm der kanadischen Elektroindustrie treten keine Gruppen besonders hervor, vielmehr erstreckt sich hier die Aufwärtsbewegung ziemlich gleichmäßig auf die einzelnen Gruppen des mannigfachen elektrotechnischen Fabrikationsbereiches (Zahlentafel 2). Hervorzuheben wäre lediglich das Rundfunkgebiet, doch handelt es sich hier weniger um ein Zurückdrängen des ausländischen Angebotes als um die vermehrte Ausbreitung des Rundfunkwesens.

Zahlentafel 1. Beschäftigte Personen und Zahl der Betriebe[1]).

	1929	1933	1934	1935
Arbeiter	15 916	8 329	9 950	11 540
Angestellte	4 955	3 438	3 707	4 009
Insgesamt	20 871	11 767	13 657	15 549
Zahl der Betriebe . .	139	174	174	182

[1]) Ohne die Beschäftigten der Elektrofabrikation der nichtelektrotechnischen Industriegruppen.

Zahlentafel 2. Erzeugung[1]) der kanadischen Elektroindustrie in 1000 RM[2]).

Warengruppen	1933	1934	1935
Generatoren, Motoren, Transformatoren[3])	29 719	35 794	47 105
Akkumulatoren, Elemente	21 480	23 590	26 313
Kabel und Drähte	26 404	36 631	39 820
Fernsprechapparate, Zähler, Meßinstrumente	12 336	13 909	17 422
Schalter, Schalttafeln, Schaltschränke .	7 633	10 924	11 748
Installationsmaterial	6 204	6 089	7 581
Rundfunkapparate, Röhren, Teile und Zubehör	31 300	50 092	59 482
Glühlampen	19 100	22 342	23 469
Haushaltapparate[4])	53 823	57 833	58 738
Davon: Elektr. Waschmaschinen . .	13 559	16 821	16 978
Elektr. Kühlschränke . . .	9 704	17 649	15 718
Staubsauger	6 661	7 641	11 507
Sonstiges	32 263	44 843	59 895
Gesamte Erzeugung (a + b)	240 262	302 047	351 573
a) Elektrofabrikation der elektrotechnischen Industrie	187 450	235 062	286 602
b) Elektrofabrikation anderer Industriegruppen	52 812	66 985	64 971

Quelle: Veröffentlichungen v. Dominion Bureau of Statistics, Ottawa.

[1]) Ohne Reparaturen und nichtelektrotechnische Erzeugnisse der Elektroindustrie.
[2]) Umrechnungskurs seit der Währungsentwertung unter Berücksichtigung der veränderten Binnenkaufkraft.
[3]) Einschl. Anlaßmotoren für Kraftfahrzeuge.
[4]) Kleinere Werte sind auch in „Sonstiges" enthalten.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

VDE 0620

Vorschriften für Steckvorrichtungen bis 750 V 100 A.

(Schluß von S. 1254.)

§ 12.

Schaltleistung. Verhalten im Gebrauch.

a) Die Prüfung wird an nach § 11 geprüften Steckvorrichtungen durchgeführt.

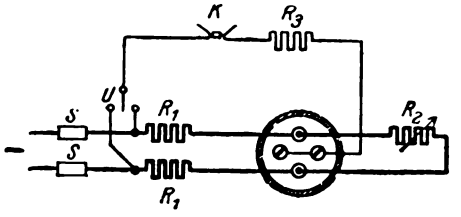


Abb. 6.

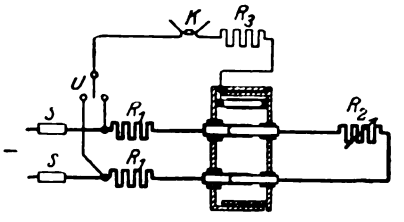


Abb. 7.

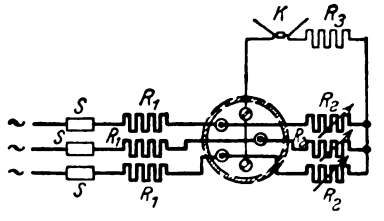


Abb. 8.

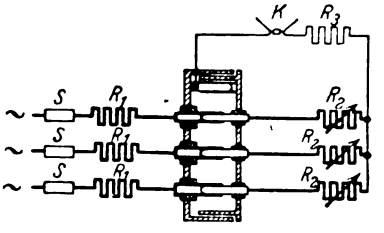


Abb. 9.

b) Die Steckdosen werden in der Gebrauchslage ordnungsgemäß so befestigt, daß die Betätigung in Richtung der Steckerstifte erfolgt, dem natürlichen Stecken angepaßt ist und keine künstlichen Hemmungen beim Steckvorgang auftreten können.

c) Die Prüfschaltung wird nach Tafel I und den beigefügten Abb. 6 bis 9 ausgeführt.

Tafel I.

Steckvorrichtung	Prüfschaltung
2-polig	Abb. 6
2-polig mit Schutzkontakt	„ 7
3-polig	„ 8
3-polig mit Schutzkontakt	„ 9

In Abb. 6 bis 9 bedeuten:

R_1 praktisch induktionsfreie Widerstände. Sie sollen den Kurzschlußstrom begrenzen und

bei 250 V 0,25 Ω,
„ 500 V 0,5 Ω,
„ 750 V 0,75 Ω

betragen.

R_2 praktisch induktionsfreie einstellbare Widerstände zur Einstellung des Prüfstromes.

R_3 praktisch induktionsfreie Widerstände. Sie sollen die Kurzschlußstromstärke begrenzen und den Wert $R_3 = 2\,R_1$ haben.

K Sicherung zur Kennzeichnung eines Kurzschlusses zwischen Spannung führenden Teilen und Befestigungsschrauben bzw. Metallgehäusen.

S Sicherungen für die Prüfanordnung.

U Umschalter. Mit dem Umschalter sind Gehäuse, Befestigungsschrauben und metallene Aufspannplatte über R_3 und K zu verbinden.

d) Bis zur Nennstromstärke von 10 A erfolgt die Prüfung maschinell; Steckvorrichtungen über 10 A werden von Hand mit den in Tafel II angegebenen Schaltungen geprüft und zwar zweipolige Steckvorrichtungen mit Gleichstrom, drei- und mehrpolige mit praktisch induktionsfreiem Drehstrom.

Tafel II.

1	2	3	4	5
Nennstromstärke A	Ein- und Ausführungen des Steckers	Prüfspannung bei Nennspannung bis 250 V	Prüfstrom	Ein- und Ausführungen des Steckers je min
bis 10	je 50	1 × Nennsp.	1,25 × Nennstr.	15
„ 25	„ 25	1 × Nennsp.	1,25 × Nennstr.	10
„ 100	„ 15	1 × Nennsp.	1,25 × Nennstr.	5

e) Die sich anschließende Gebrauchsprüfung ist mit Wechsel- oder Drehstrom auszuführen, und zwar sind die in Tafel III angegebenen Schaltungen bis 10 A maschinell, darüber hinaus von Hand auszuführen.

Tafel III.

1	2	3	4	5
Nennstromstärke A	Ein- und Ausführungen des Steckers	Prüfspannung bei Nennspannung bis 250 V	Prüf-strom A	Ein- und Ausführungen des Steckers je min
bis 10	4950	1 × Nennsp.	10	15
„ 25	475	1 × Nennsp.	10	10
„ 100	85	1 × Nennsp.	10	5

f) An der Steckdose nach DIN VDE 9402 wird die Prüfung je zur Hälfte mit Steckern nach DIN VDE 9401 (6 A) und DIN VDE 9403 (10 A) durchgeführt. Die Schutzkontaktsteckdose nach DIN VDE 9440 wird mit Steckern nach DIN VDE 9403, nach der Tafel II mit 18,75 A und nach der Tafel III mit 15 A geprüft.

g) Die Gerätesteckvorrichtung nach DIN VDE 9490 ohne Schutzkontakt wird nach e) bei einer Temperatur der Steckerstifte von 220° geprüft. Anschließend wird die Prüfung nach d) in erkaltetem Zustande 950-mal stromlos durchgeführt.

Digitized by Google

h) Die Gerätesteckvorrichtung nach DIN VDE 9490 mit Schutzkontakt wird zusätzlich zu der Prüfung nach g) noch 20-mal mit einer Belastung von 6 A 250 V Gleichstrom zwischen einem Pol und dem Schutzkontakt im warmen Zustande zweimal in 1 min geschaltet.

i) Die Gerätesteckvorrichtung nach DIN VDE 9493 wird anschließend an die Prüfung nach d) noch 20-mal mit einer Belastung des Schutzkontaktes mit 6 A 250 V Gleichstrom zwischen einem Pol und Schutzkontakt geprüft. Dann erfolgt die Gebrauchsprüfung nach e) nur mit Belastung der Polkontakte.

k) Während der Prüfung darf kein Lichtbogen stehenbleiben. Kontaktbolzen dürfen sich nicht gelockert haben. Vergußmasse darf nicht ausgelaufen sein.

l) Steckdose und Stecker müssen im Anschluß an die Prüfung nach d) bis f) einer Prüfung auf Isolation nach § 11, jedoch ohne Feuchtigkeitsbehandlung und mit einer um 500 V verringerten Prüfspannung unterzogen werden.

§ 13.
Mechanische Festigkeit.

a) Die Prüfung wird an nach §§ 11 und 12 geprüften Steckvorrichtungen durchgeführt.

b) Zur Prüfung der Installationssteckdosen wird ein Prüfgerät nach Abb. 10 benutzt. Aufputzsteckdosen (mit Abdeckung und ordnungsmäßig ausgebrochenen Einführungsöffnungen) werden an einem Hartholzklotz nach Abb. 11 befestigt, Unterputzsteckdosen auf einen Hartholzklotz nach Abb. 12 aufgelegt.

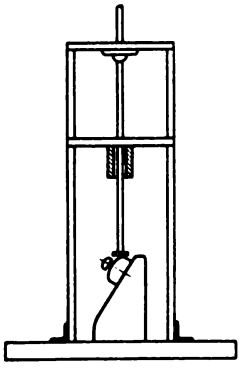


Abb. 10.

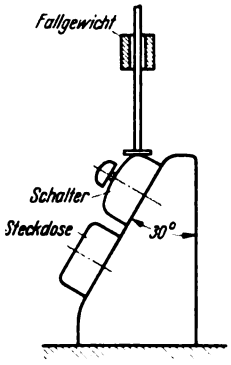


Abb. 11.

Die Gleitstange des Fallgewichtes wird unter Zwischenlegung eines Aufschlagstückes aus Hartfiber von 25 mm Durchmesser und 4 mm Dicke so auf den Prüfling gelegt, daß der Aufschlagstoß des Fallgewichtes durch dieses Zwischenstück auf die zu untersuchende Abdeckung wirkt (Abb. 13).

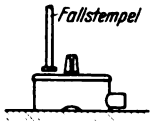


Abb. 12.

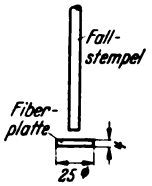


Abb. 13.

Bei Aufputzsteckdosen ist das Fallgewicht auf die Kappen je einmal an vier auf den Umfang möglichst gleichmäßig verteilten Stellen nach Abb. 11 sowie einmal auf die Stirnfläche der Steckdose nach Abb. 12 fallen zu lassen.

Bei Unterputzsteckdosen erfolgen die vier Schläge auf die Abdeckplatte innerhalb des Umfanges des Gehäuses möglichst gleichmäßig verteilt nach Abb. 12 und ein Schlag auf die Stirnfläche nach Abb. 12. Bei Steckdosen, bei denen die Stirnfläche durch einen Schutzkragen einer mechanischen Beanspruchung weniger ausgesetzt ist, fällt der Schlag auf die Stirnfläche fort. Gewicht und Fallhöhe siehe Tafel IV.

Nach dieser Prüfung dürfen keine Spannung führenden Teile freigelegt sein. Abdeckungen dürfen keine Sprünge zeigen. Beschädigungen des Sockels, die die Brauchbarkeit der Steckdosen beeinträchtigen könnten, dürfen nicht auftreten.

Tafel IV.

1 Schutzart	2 Bauart	3 Gewicht g	4 Fallhöhe cm	5 Anzahl der Aufschläge
leichter mechanischer Schutz	auf Putz	150	25	4 + 1
	unter Putz	150	15	4 + 1
mechanischer Schutz	auf Putz	250	25	4
	unter Putz	250	15	4
erhöhter mechanischer Schutz		250	50	4

c) Zur Prüfung der Stecker 6 A nach DIN VDE 9401 und 10 A nach DIN VDE 9402 wird eine Prüfanordnung nach b) benutzt. Es werden 9 Fallbeanspruchungen nach Abb. 14 bis 19 ausgeführt. Das Fallgewicht ist 250 g, die Fallhöhe für Stecker 6 A 15 cm, für Stecker 10 A 20 cm.

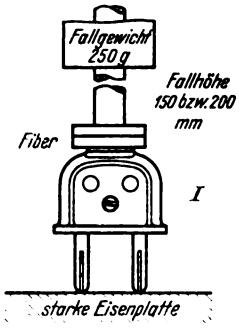


Abb. 14.

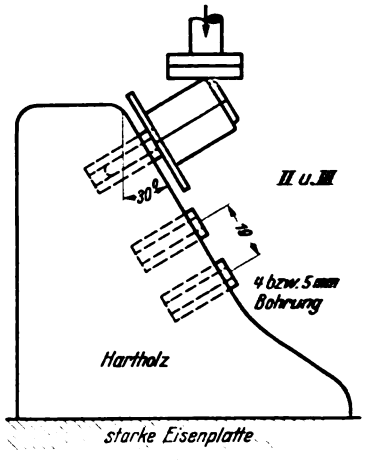


Abb. 15.

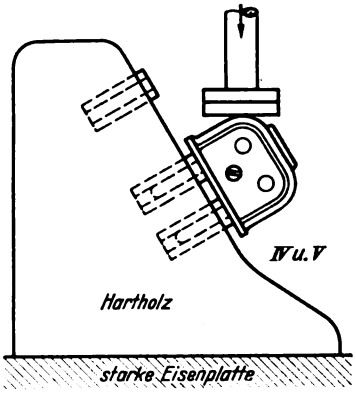


Abb. 16.

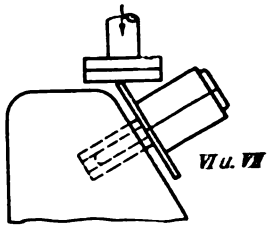


Abb. 17.

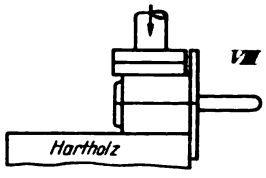


Abb. 18.

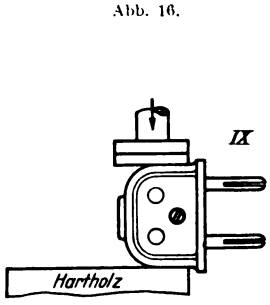


Abb. 19.

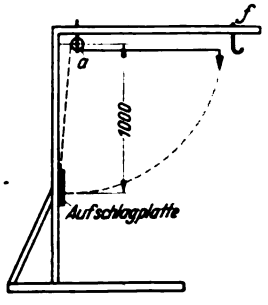


Abb. 20.

Nach dieser Prüfung darf der Steckerkörper keine Beschädigungen oder Risse aufweisen. Die Steckerstifte dürfen sich nicht so gelockert haben, daß der Abstand der Stifte die in den Normen festgelegten Werte überschreitet.

Stecker über 10 bis 25 A[3]).

Stecker über 25 A werden auf mechanische Festigkeit nicht besonders geprüft.

[3]) Bestimmungen in Vorbereitung.

Digitized by Google

d) Zur Prüfung der Gerätesteckdosen nach DIN VDE 9490 und 9493 wird ein Prüfgerät nach Abb. 20 verwendet. An den Prüfling ist eine Zuleitung NSA $2 \times 0{,}75$ mm² ordnungsmäßig anzuschließen. In 1 m Abstand von der Aufschlagplatte wird die Zuleitung durch Klemmung oder dgl. befestigt. Durch eine Auslösevorrichtung kann ein Fallenlassen der Gerätesteckdose erfolgen.

Die Aufschlagfläche ist so einzustellen, daß der Aufschlag einmal an 2 um 90° versetzten Stellen des Griffteiles, das andere Mal bei einer um 45° geneigten Aufschlagfläche an 2 um 90° versetzten Stellen der Unterkante erfolgt.

Bei jedem Prüfling sind an den vier vorgenannten Stellen je drei Schläge auszuführen; hierbei darf eine den ordnungsmäßigen Gebrauch beeinträchtigende Beschädigung nicht stattfinden.

Bei Warmgerätesteckdosen erfolgt diese Prüfung nach Vorbehandlung gemäß § 19.

e) Kupplungsdosen 10 A werden sinngemäß nach d) geprüft. Kupplungsdosen über 10 bis 25 A[3]).

Kupplungsdosen über 25 A werden auf mechanische Festigkeit nicht besonders geprüft.

§ 14.

Zugentlastung und Verdrehungsschutz.

a) Bei Steckern, Kupplungsdosen und Gerätesteckdosen müssen die Anschlußstellen der Leitung von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gegeneinander gesichert werden können. Die Art der Ausführung der Zugentlastung muß leicht erkennbar sein. Teile der Vorrichtung für die Zugentlastung und den Verdrehungsschutz dürfen nicht Spannung führend sein. Lose Teile zur Herstellung der Zugentlastung und des Verdrehungsschutzes sind unzulässig.

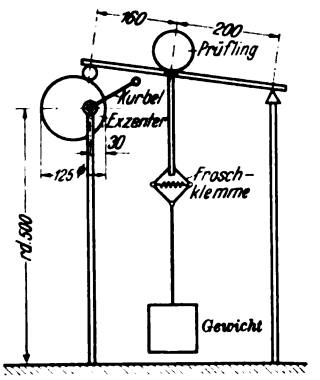


Abb. 21.

b) Zur Prüfung der Zugentlastung sind die Leitungsadern von den Anschlußklemmen zu lösen.

Zur Prüfung dient das in Abb. 21 beschriebene Gerät. Die Prüflinge sind so anzuordnen, daß die Leitung in gerader Richtung von der Austrittsstelle aus dem Prüfling durch die Bohrung im Hebelarm des Prüfgerätes geführt und mit dem Belastungsgewicht belastet wird.

Das Gewicht ist so an der Leitung zu befestigen, daß sie in der tiefsten Stellung des Hebelarmes des Prüfgerätes unbelastet bleibt, das Gewicht aber während der Hubbewegung mindestens auf der Hälfte des Weges angehoben wird.

Die Zugentlastungsvorrichtung der so vorbereiteten Prüflinge muß einen Zug gemäß Tafel V 50-mal aushalten. In 1 s muß ein Zug ohne ruckweises Anheben erfolgen.

Tafel V.

Nennstromstärke A	Gewicht in kg	
	ungeschützte Ausführung	geschützte Ausführung
bis 15	8	10
25	10	15
60	12	18
100	—	25

Nach der Prüfung darf keine Beschädigung der Leitung oder ihrer Umhüllung durch die Zugentlastungsvorrichtung erfolgt sein und die Leitung sich um nicht mehr als 2 mm in der Einführungsöffnung verschoben haben.

Die Zugentlastung wird bei den nach § 17 in Frage kommenden kleinsten und größten Querschnitten der verschiedenen Leitungsarten geprüft (d. h. kleinster und größter Außendurchmesser der Leitung).

c) Zur Prüfung des Verdrehungsschutzes der Anschlußleitung dient ein Prüfgerät nach Abb. 22. Die Anschlußschrauben des Prüflings werden nur so leicht angezogen, daß die Adern ihre Lage nicht ohne weiteres ändern und ihnen dadurch nur ein Halt gegen zufälliges Herausgleiten aus den Anschlußklemmen gegeben wird.

[3]) Bestimmungen in Vorbereitung.

Zur Prüfung wird die Anschlußleitung dicht an der Einführungsstelle in das Gerät 1 min lang belastet mit einem Drehmoment von

2500 gcm bei Anschlußschnüren bis 1,5 mm²,
3750 „ „ „ über 1,5 bis 6 mm²,
5000 „ „ „ über 6 mm².

Nach dieser Prüfung dürfen sich die Leitungsenden in den Anschlußklemmen des Prüflings nicht verlagert haben.

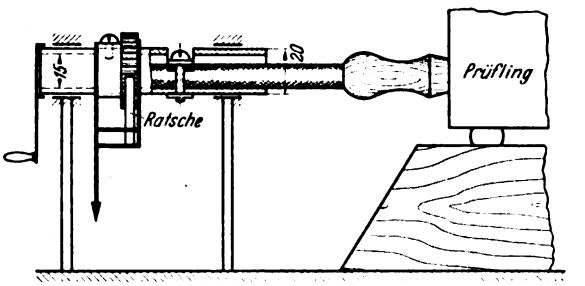


Abb. 22.

Der Verdrehungsschutz wird bei den nach § 17 in Frage kommenden kleinsten und größten Querschnitten der verschiedenen Leitungsarten geprüft (d. h. kleinster und größter Außendurchmesser der Leitung).

§ 15.

Wärmesicherheit.

a) Stecker, Steckdosen, Gerätesteckdosen und Kupplungsdosen mit Ausnahme der Warmgerätesteckdosen werden 20 h bei 100° gelagert und darauf auf etwa Raumtemperatur abgekühlt.

b) Nach der Abkühlung dürfen die Geräte keine die Sicherheit bei ihrem weiteren Gebrauch beeinträchtigende Veränderung erleiden, z. B. Beeinträchtigung des Berührungsschutzes, Lockerung der Kontaktverbindungen, Unterschreitung der Kriech- und Luftstrecken usw.

§ 16.

Installationssteckdosen.

a) Bei Installationssteckdosen bis 25 A müssen die Anschlußvorrichtungen für die Leitungen so eingerichtet sein, daß die Leitungen ohne besondere Zurichtung (wie z. B. Biegen einer Öse) nur von vorn eingeführt und angeschlossen werden können und ihre Lage beim Anziehen der Schrauben nicht unzulässig ändern. Eine Bedienung des Leitungsanschlusses muß auch nach Befestigung des Sockels möglich sein.

b) Die Anschlußvorrichtungen müssen für folgende Leitungsquerschnitte bemessen sein:

10 A . . . . 1,5 bis 2,5 mm²
15 A . . . . 1,5 „ 4 „
25 A . . . . 4 „ 10 „
60 A . . . . 10 „ 25 „
100 A . . . . 25 „ 50 „

c) Schmelzeinsätze müssen gefahrlos ausgewechselt werden können.

d) In Installationssteckdosen bis 10 A 250 V dürfen Sicherungen für 250 V nach DIN VDE 9398 eingebaut werden.

e) Mehrfachsteckdosen müssen so ausgebildet sein, daß ein Betätigen der Stecker durch Nachbarstecker nicht behindert wird.

§ 17.

Stecker und Kupplungsdosen.

a) Die Anschlußvorrichtungen müssen für folgende Leitungsquerschnitte bemessen sein:

6 A . . . . 0,75 mm² 25 A . . . 2,5 bis 6 mm²
10 A . . . . 1 bis 1,5 mm² 60 A . . . 6 „ 16 „
15 A . . . . 1 „ 2,5 „ 100 A . . . 16 „ 35 „

b) Grifflächen müssen so ausgebildet sein, daß das Abgleiten der Finger beim Abziehen des Steckers und der Kupplungsdose erschwert wird.

c) Grifflächen der Stecker müssen so ausgebildet sein, daß bei einem Schutzkragen einer Kupplungsdose oder Wandsteckdose, dessen Höhe $^2/_3$ der Stiftlänge beträgt, eine Betätigung möglich ist, ohne daß ein Zug an der Zuleitung ausgeübt wird.

Mehrfachsteckdosen müssen so ausgebildet sein, daß ein Betätigen der Stecker durch Nachbarstecker nicht behindert wird.

Digitized by Google

d) Bunde, Muttern oder andere mit den Steckerstiften in leitender Verbindung stehende Metallteile dürfen nicht aus der Stirnseite des Steckers herausragen. Im Innern des Steckerkörpers oder in der Stirnfläche sind solche Teile versenkt liegend nur zulässig, wenn ihr Hervortreten aus der Stirnfläche des Steckers sicher verhindert ist und die nach § 9 vorgeschriebenen Kriechstrecken gegen nichtisolierte Gehäuseteile der Steckdose eingehalten werden.

e) Sicherungen nach DIN VDE 9398 sind unzulässig.

§ 18.
Gerätesteckvorrichtungen.

a) Für Gerätesteckdosen 6 A nach DIN VDE 9493 müssen Anschluß, Einführungsstelle und Zugentlastung für 0,75 mm² Leitungsquerschnitt bemessen sein.

b) Die Griffläche der Gerätesteckdose muß so ausgebildet sein, daß das Abgleiten der Finger beim Abziehen der Gerätesteckdose vom Gerätestecker erschwert wird.

c) Schalter in Gerätesteckdosen müssen VDE 0632 „Vorschriften für Schalter" entsprechen.

Temperaturregler und Temperaturbegrenzer dürfen in Gerätesteckdosen nicht eingebaut werden.

d) Gerätesteckdosen müssen so gebaut sein, daß überlaufende Flüssigkeit nicht an Spannung führende Teile gelangen kann. Die Isolierabdeckung der Hülsen muß — soweit sie in den Schutzkragen eingesetzt wird — einteilig sein.

e) Schutzkragen der Gerätestecker dürfen nicht durch die Steckerstifte befestigt werden.

f) Zweipolige Gerätesteckvorrichtungen 6 und 10 A sind nach DIN VDE 9493 und 9490 auszuführen. Die den Zeichnungen beigefügten Anweisungen sind zu erfüllen. Die Griffläche der Gerätesteckdose muß aus Isolierstoff bestehen. Falls das in den Schutzkragen des Gerätesteckers einzuführende Teil mit einem Metallring versehen ist, darf dieser bei eingesteckter Dose nicht mehr als 5 mm über den Schutzkragen des Gerätesteckers herausragen und muß mindestens 3 mm von der Stirnfläche der Gerätesteckdose zurückliegen.

Bunde an Steckerstiften müssen so ausgeführt sein, daß die vorgeschriebenen Kriechstrecken zwischen diesen und der Erdungskontaktfeder bzw. dem Metallring auf dem Unterteil der Gerätesteckdose eingehalten werden.

Metallmäntel müssen mindestens 3 mm von der Stirnfläche der Gerätesteckdose zurückliegen.

§ 19.
Warmgerätesteckdosen.

Außer den Bestimmungen nach § 18 gelten für Warmgerätesteckdosen nachstehende Bestimmungen:

a) Bei der Warmgerätesteckdose nach DIN VDE 9490 muß die Anschlußvorrichtung für 0,75 bis 1 mm² bemessen sein.

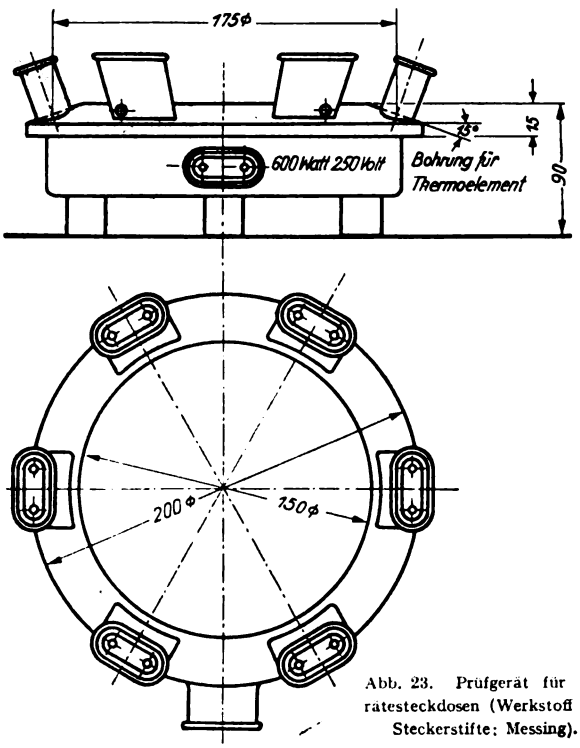


Abb. 23. Prüfgerät für Gerätesteckdosen (Werkstoff der Steckerstifte: Messing).

b) Von der Verzweigungsstelle ab müssen die Adern derart geführt sein, daß sie sich gegenseitig nicht berühren können.

c) Von der Verzweigungsstelle ab muß der Schutzleiter so geführt sein, daß er die übrigen Leitungsadern nicht berühren kann.

d) Die Isolierabdeckung der Hülsen muß, soweit sie in den Schutzkragen eingesetzt wird, einteilig sein.

e) Warmgerätesteckdosen nach DIN VDE 9490 werden mit einer ordnungsmäßig angeschlossenen Zuleitung versehen auf ein Prüfgerät nach Abb. 23 aufgesteckt. Die Kontaktstifte der Gerätestecker sind durch eine besondere elektrische Beheizung auf 220° zu erwärmen und 100 h auf dieser Temperatur zu halten. Die Temperatur ist mittels Thermoelementes zu messen, das in eine Bohrung am Bund der Stifte des Prüfgerätes eingeführt ist. Das Prüfgerät muß dabei auf einer festen Unterlage stehen; der Abstand zum Rande der Unterlage muß mindestens 30 cm sein.

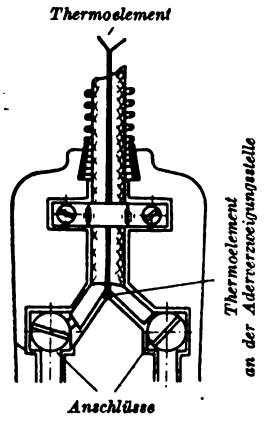


Abb. 24.

f) Während dieser Prüfung ist, sobald die Temperatur an der Aderverzweigungs- und Leitungsanschlußstelle nicht mehr steigt, mit eingebauten Thermoelementen die Temperatur an dieser Stelle zu messen (Abb. 24); sie darf an der Aderverzweigungsstelle 90°, an der Leitungsanschlußstelle 120° nicht übersteigen.

g) Nach der 100stündigen Wärmebehandlung wird im warmen Zustande in einem Prüfgerät nach Abb. 25 die zum Ziehen der Warmgerätesteckdose erforderliche Kraft festgestellt. Sie muß zwischen 1,5 und 6 kg liegen. Das Prüfgerät nach Abb. 25 muß so aufgestellt werden, daß der allmählich gesteigerte Zug genau axial erfolgt.

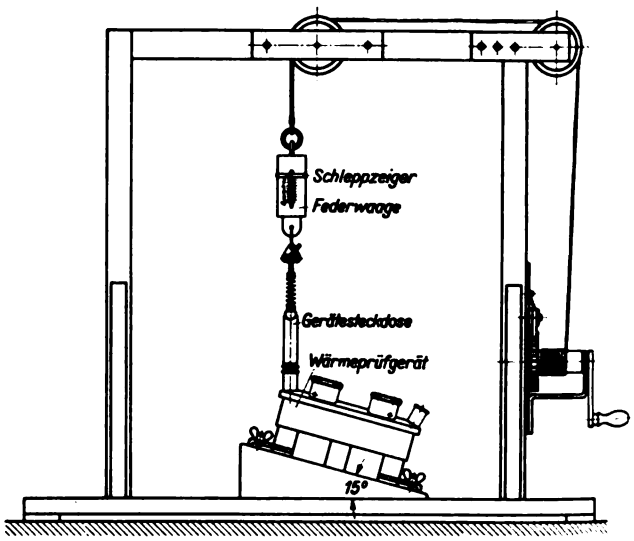


Abb. 25.

h) An der vom Gerätestecker abgezogenen Warmgerätesteckdose wird ebenfalls im warmen Zustande die Prüfung der Federung der Kontakthülsen durchgeführt. Ein Lehrdorn mit einer Maßlänge von 17 mm und einem Durchmesser von 5,92 mm muß in jeder Kontakthülse bei einer Gesamtbelastung von 0,5 kg noch gehalten werden.

i) Anschließend an diese Prüfung werden am gleichen Prüfling Untersuchungen in der Reihenfolge nachstehender §§ 20 bis 23 ausgeführt.

§ 20.
Geräteanschlußleitungen.

a) Leitungen müssen VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen" entsprechen.

b) Schnurschalter müssen den Vorschriften für Schalter entsprechen.

c) Wandstecker, Gerätesteckdose und Schnurschalter müssen ordnungsgemäß an der Anschlußschnur angebracht sein.

Digitized by Google

§ 21.

Gesperrte und verriegelte Steckvorrichtungen.

a) Bei gesperrten Steckvorrichtungen darf die Betätigung erst nach Lösen der Sperrung mittels Schlüssels oder Werkzeuges möglich sein.

b) Verriegelte Steckvorrichtungen müssen mit Leistungsschaltern derart verriegelt sein, daß das Stecken und Ziehen des Steckers nur bei geöffnetem Schalter möglich ist.

c) Bei gegenseitig verriegelten Steckvorrichtungen muß außer der Verriegelung nach b) ein Unterspannungsetzen der Steckdosenkontakte bei gezogenem Stecker verhindert oder deren Zugänglichkeit vollständig aufgehoben sein.

§ 22.

Steckvorrichtungen mit Schutzkontakt.

a) Die Schutzkontaktstücke der Steckdose und des Steckers müssen so angeordnet sein, daß eine Verbindung hergestellt wird, bevor die den Betriebsstrom führenden Kontaktstücke sich berühren.

b) Die Verbindung zwischen den Schutzkontaktstücken darf im ordnungsmäßigen Gebrauch der Steckvorrichtungen keine die Schutzwirkung beeinträchtigenden Veränderungen erleiden.

Die Schutzkontaktstücke müssen den Bestimmungen für die den Betriebsstrom führenden Kontaktstücke entsprechen und Schleifkontakte sein.

c) Die Schutzkontaktstücke der Steckdose müssen federnd, die des Steckers starr ausgebildet sein.

d) Steckdosen mit Schutzkontakt müssen so ausgeführt sein, daß die genormten Stecker ohne Schutzkontakt in ihnen nicht verwendbar sind (gilt nicht für Gerätesteckdosen).

e) Die Anschlußklemme der Schutzleitung muß für den gleichen Querschnitt wie die Anschlußklemmen der Zuleitung bemessen und als Schraubklemme ausgebildet sein.

f) Bei Installationssteckdosen 10 A muß die Anschlußklemme der Schutzleitung, falls sie außerhalb des Gehäuses liegt, für den Anschluß von mindestens 4 mm² Leitungsquerschnitt bemessen sein.

§ 23.

Mehrfachsteckdosen.

a) Mehrfachsteckdosen, die in eine Wandsteckdose eingesetzt werden, müssen eine Vorrichtung haben, die eine besondere Befestigung an der Wand ermöglicht.

b) Die Summe der Nennströme darf die des Steckers nicht überschreiten. Mehrfachsteckdosen sind mit einer entsprechenden Aufschrift zu versehen.

§ 24.

Reihenfolge und Bewertung der Prüfungen.

a) Die Prüfung nach §§ 11 bis 14 bzw. 15 und 19 erfolgt an denselben Steckvorrichtungen in der Reihenfolge der Paragraphen.

Die Prüfung nach §§ 15 und 19 wird an besonderen Steckvorrichtungen ausgeführt.

b) Durch die Prüfungen dürfen sich keine Teile gelockert haben, die Maße für die Kriech- und Luftstrecken müssen eingehalten, Leitungen unbeschädigt und Vergußmasse nicht ausgelaufen sein.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Bezirksversammlung

am Dienstag, dem 30. November 1937, 20^{00}, im großen Hörsaal des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, Kurfürstenallee 20/22.

Vortrag des Herrn Oberingenieur Dipl.-Ing. C. Meyer VDE, Hamburg, über das Thema:

„Die neueste Entwicklung der Elektrotechnik auf deutschen Handelsschiffen".

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung in Frankfurt a. d. O.

am Montag, dem 6. Dezember 1937, 20^{00}, im Nürnberger Hof, Frankfurt a. d. O., Fürstenwalder Straße 60.

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. W. Slawyk VDE, Berlin, über das Thema:

„Der Fernsehsender Berlin-Witzleben".

Eintritt frei!

Gesellschaftsabend.

Am Sonnabend, dem 8. Januar 1938, veranstalten wir im Marmorsaal (mit Nebenräumen) des Zoologischen Gartens unser herkömmliches

Winterfest.

19^{30}: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung.
20^{00}: Gemeinsames Abendessen (an Einzeltischen).

Anschließend Tanz. Damenspende.

Anzug: Uniform, Frack oder Smoking.

Der Preis für Eintritt und Teilnahme am Abendessen (ohne Getränke und Bedienungsgeld) beträgt 3,50 RM.

Gäste, die nicht an dem gemeinsamen Essen teilnehmen wollen, können das Fest ab 21^{30} zum Eintrittsgeld von 1 RM besuchen.

Die Karten sind in unserer Geschäftstelle ab 1. 12. 1937 erhältlich. Sie werden den Teilnehmern auch bei Voreinsendung des Betrages auf das Postscheckkonto des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg, Berlin Nr. 133 02 und gleichzeitiger schriftlicher Bestellung durch die Post zugestellt.

Vorbestellungen auf Tische für das Essen werden in der Geschäftstelle, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen. Nach dem Essen ist die Tischordnung aufgehoben.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
25. 11. 1937 „Der Fernsehsender Berlin-Witzleben", Vortragender: Dipl.-Ing. W. Slawyk VDE.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
26. 11. 1937 „Hochspannungskabel", Vortragender: Dipl.-Ing. E. Schone VDE.

Installationstechnik. Leiter: Dipl.-Ing. R. Schamberger VDE.
30. 11. 1937 „Installation störarmer Rundfunkantennen und Anwendung von Störschutzmitteln", Vortragender: Dipl.-Ing. Stauß.

Meßtechnik. Leiter: Dr.-Ing. H. Boekels VDE.
1. 12. 1937 „Elektrotechnische Isolierstoffe", Vortragender: Dr. W. Hetzel.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.
2. 12. 1937 Vortragsreihe über Relais in der Starkstromtechnik. 1. Abend: „Übersicht über die geschichtliche Entwicklung von Schutzeinrichtungen für Starkstromnetze", Vortragender: Oberingenieur Dipl.-Ing. H. Calliess VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
3. 12. 1937 Vortrags- und Aussprachereihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 3. Abend: „Die Dampfkessel". Dipl.-Ing. Neitzel.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

Der Geschäftsführer:

Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover. 30. 11. (Di), 20^{15}, T. H.: „Fernzählung und Summenmessung". Dipl.-Ing. Nolte VDE.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 30. 11. (Di), 20^{30}, Altdeutsche Bierstuben: „Die elektr. Erfassung technischer Meßwerte und deren Fernübertragung." Dr.-Ing. P. M. Pflier.

Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

Franz Meißner †

Am 6. November d. J. ist nach kurzer schwerer Krankheit zu Boppard a. Rh. das frühere Mitglied der Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Herr Dr. phil. Franz Meißner, gestorben. Er betreute 24 Jahre lang den wirtschaftlichen Teil der ETZ, für welche verantwortungsvolle Tätigkeit er reiche Erfahrungen aus seiner früheren vielseitigen Praxis mitbrachte.

Dr. Meißner wurde 1861 in Göttingen als Sohn des Physiologen Prof. Dr. Georg Meißner geboren und studierte nach Besuch des Gymnasiums seiner Vaterstadt Naturwissenschaften in Göttingen, München und Straßburg. Dort wurde er mit einer Dissertation „Über die beim Benetzen pulverförmiger Körper auftretende Wärmetönung" zum Dr. phil. promoviert,

F. Meißner †.

worauf er nach einer einjährigen Tätigkeit am Physikalischen Institut der Universität Göttingen sich entschloß, sich ausschließlich der Elektrotechnik zu widmen und zu diesem Zweck noch die T.H. Hannover zu besuchen. 1889/90 arbeitete er sodann bei Ganz & Cie. in Budapest, 1891/92 als Assistent von Oskar von Miller, als welcher er bei der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung 1891 in Frankfurt a. M. mitwirkte und dann die Bauleitung des Elektrizitätswerkes Heilbronn a. N. innehatte. 1893/98 war Dr. Meißner bei der Union Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin tätig, die ihn u. a. mit der Bauleitung zur Einführung des elektrischen Betriebes der Großen Leipziger Straßenbahn betraute. Er arbeitete hierauf 1899/1903 bei der Helios Elektrizitäts A.-G. in Köln und leitete 1904/1908 die Literarische Abteilung der Berliner Elektricitäts-Werke und der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft.

Als im Jahre 1908 auf der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker angeregt wurde, den Inhalt der ETZ durch einen besonderen wirtschaftlichen Teil zu erweitern, fiel die Wahl der hierfür geeigneten Persönlichkeit auf Herrn Dr. Meißner. Nach Ausbruch des Weltkrieges 1914 meldete sich Dr. Meißner freiwillig als Oberleutnant der Landwehr zum Kriegsdienst; er wurde 1916 zum Hauptmann befördert und war bis 1918 Kompagnieführer einer Landsturmkompagnie in Polen. Im Jahre 1932 zog sich Dr. Meißner mit Rücksicht auf sein hohes Alter aus seinem Amt bei der ETZ in den Ruhestand zurück und lebte seit dieser Zeit, immer noch mit gelegentlichen Arbeiten für die ETZ beschäftigt, mit seiner Gattin in Boppard a. Rh.

Dr. Meißner hat es verstanden, die bei seiner Wahl auf ihn gesetzten Hoffnungen in hohem Maße zu erfüllen. Er verfolgte alle Erscheinungen des industriell-wirtschaftlichen Lebens mit großer Aufmerksamkeit und brachte sie dem Leser, der sich auf dem Gebiet der gesamten Elektrowirtschaft rasch zu orientieren wünschte, in bündiger Form zur Kenntnis. Daneben beobachtete und bearbeitete er in der Rechtspflege den gewerblichen Rechtsschutz und allgemeine, die Elektrotechnik besonders angehende Rechtsfragen und Entscheidungen.

In Franz Meißner ist ein Mann gediegenen Wissens und lauteren Wesens dahingegangen, der nur den Dienst an der Allgemeinheit kannte und sich in allem Tun von Aufrichtigkeit und Unparteilichkeit leiten ließ.

Es ist ihm in allen Kreisen ein dankbares und ehrendes Gedenken sicher.

SCHRIFTTUM.

Eingänge.

Bücher.

Die Vorschriften über Preisbildung und Warenregelung. II. Teil: Metallwirtschaft. Unedle Metalle. Eisen und Stahl. Edelmetalle. Kohle und Salz. Techn. Erzeugnisse. Ergänzbare Sammlung von Dr. jur. C. Mölders. Mit 700 S. im Format 220 × 220 mm. Verlag Hermann Luchterhand, Berlin-Charlottenburg 1937. Preis 9,60 RM.

[Hauptsächlich für den in der Eisen- und Metallwirtschaft Tätigen ist diese Zusammenstellung herausgegeben worden. Systematisch geordnet enthält sie in Loser-Blatt-Form alle gültigen Vorschriften der Überwachungsstellen, des Reichskommissars für die Preisbildung, des Reichswirtschaftsministers und des Beauftragten für den Vierjahreplan.]

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung und Brennkrafttechnische Gesellschaft, Berlin. 2. und 3. 12. (Do u. Fr) 10^{00}, Landwehr-Kasino, Charlottenburg, Jebensstr. 2 (Bahnhof Zoo): Gemeinsame fachwissenschaftliche Vortragssitzungen. Themen: Mineralölchemie. Geologie, Geophysik, Tiefbohren. Kraftverkehr und Kraftmaschinen. Auskunft erteilen die Geschäftsstellen: Berlin NW 7, Dorotheenstr 40 bzw. Berlin W 35, Großadmiral-von-Koester-Ufer 75.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik. 1. 12. (Mi), 19^{30}, Phys. Inst. T. H., Kurfürstenallee 20: „Experimentelle Prüfung der thermischen Bogentheorie". F. Koppelmann.

Verein deutscher Gießereifachleute, Berlin. 26. u. 27. 11. (Fr u. Sa), VDI-Haus: Metallgußtagung mit 8 Vorträgen. Näheres durch die Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Friedrichstr. 100.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. V. Aigner VDE, Berlin-Charlottenburg 2, Grolmannstr. 12.
Dr. W. Kesseldorfer VDE, Berlin-Charlottenburg, Riehlstr. 2.
Prof. Dr.-Ing. habil. E. Flegler, Shanghai (China), 76 A Tiefeng Road.
Geh. Reg.-Rat Dr. K. Kahle VDE, Berlin-Steglitz, Siemensstr. 14.
Dipl.-Ing. H. Thieß, Sibiu (Rumänien), Str. Goblinus Nr. 1.

Abschluß des Heftes: 19. November 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 2. Dezember 1937 | Heft 48

Neue VDE-Mitgliedsbeiträge für 1938.

Die Beiträge werden vom 1. Januar 1938 ab einheitlich von der Hauptgeschäftsstelle des VDE in Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus, eingezogen. Die Mitglieder werden daher gebeten, die Überweisung der Beiträge auf folgende Konten:

Postscheck-Konto Berlin Nr. 18 10 00

oder

Commerz- und Privatbank, Dep.-Kasse HJ, Berlin, Potsdamer Straße 97,

vorzunehmen. Für Postscheck-Zahlungen liegen diesem ETZ-Heft Zahlkarten bei. Wir bitten, die Rückseite sorgfältig auszufüllen.

Die Beitragsstaffeln der Gruppe A sind gegenüber dem Jahre 1937 fast durchgehend herabgesetzt worden. Die Gründe für die Änderungen liegen im allgemeinen in einer stärkeren Anpassung an die sozialen Verhältnisse und im besonderen an das Beitragsabkommen mit der Deutschen Arbeitsfront.

A. Persönliche Mitglieder (Festsetzung durch NSBDT).

Staffel	jährl. RM
1 Jungmitglieder bis zu 25 Jahren und Mitglieder mit einem monatl. Bruttoeinkommen bis zu 180 RM	12,—
2 Mitglieder mit einem monatl. Bruttoeinkommen bis zu 300 RM	18,—
3 Mitglieder mit einem monatl. Bruttoeinkommen bis zu 420 RM	24,—
4 Mitglieder mit einem monatl. Bruttoeinkommen bis zu 520 RM	36,—
5 Mitglieder mit einem monatl. Bruttoeinkommen bis zu 1000 RM	42,—
6 Mitglieder mit einem monatl. Bruttoeinkommen über 1000 RM	48,—

B. Körperschaftliche Mitglieder.

Staffel	jährl. RM
7 Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw.	42,—
8 Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatliche Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:	
a) bis zu 50 Angestellte und Arbeiter	56,—
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	81,—
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter	126,—
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter	156,—
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter	306,—
f) über 1000 Angestellte und Arbeiter auf Anfrage.	

Danzig zahlt ⅔ (zwei Drittel) der Beiträge nach Gruppen A und B.

C. Persönliche Mitglieder im Ausland.

Staffel	jährl. RM
9	36,—
Deutsche in den abgetretenen Gebieten Eupen-Malmedy, Nordschleswig, Posen, Westpreußen, Ober- und Niederschlesien und im Memelgebiet sowie Österreicher	24,—

D. Körperschaftliche Mitglieder im Ausland.

Staffel	jährl. RM
10 Behörden, Vereine, Institute usw.	40,—
11 a) bis 50 Angestellte und Arbeiter	50,—
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	75,—
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter	120,—
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter	150,—
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter	300,—

Die Mitglieder im Ausland erhalten nur die ETZ, auf besonderen Wunsch auch die „Rundschau Technischer Arbeit" gegen Berechnung von 4 RM jährlich.

Der Beitrag ist möglichst für das ganze Jahr, sonst halbjährlich bis 1. Dezember 1937 und 1. Juli 1938, oder vierteljährlich bis 1. Dezember 1937, 1. März 1938, 1. Juni 1938, 1. September 1938, im voraus zu zahlen. Damit die Zeitschriftenlieferung auch für das neue Jahr rechtzeitig veranlaßt werden kann, bitten wir, den Betrag bis spätestens **10. Dezember 1937** auf eines der oben bezeichneten Konten zu überweisen.

Wir machen die Mitglieder der Deutschen Arbeitsfront besonders darauf aufmerksam, daß nur die rechtzeitige Überweisung des Mitgliedsbeitrages auch die pünktliche Übersendung der NSBDT- bzw. DAF-Anrechnungskarte gewährleistet.

Mitglieder des VDE, die mehreren Fachvereinen des NSBDT angehören oder anzugehören wünschen, können bei diesen ebenfalls die Mitgliedschaft gegen Entrichtung eines Verwaltungskostenbeitrages von 6,— RM beibehalten bzw. erwerben. In diesem Beitrag ist jedoch nicht die Lieferung der Zeitschriften der anderen Fachvereine mit eingeschlossen. Diese Fachvereine teilen den Preis für ihre Zeitschriften auf Anfrage mit, der Preis der ETZ beträgt 20,— RM.

In Zweifelsfragen bitten wir bei der zuständigen Bezirks- bzw. Hauptgeschäftsstelle Rückfrage zu halten.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Ohnesorge.

Anmeldung von Fachberichten zur VDE-Tagung 1938 siehe S. 1303.

Digitized by Google

Die Starkstromtechnik im Rahmen der neuen Treibstoffgewinnungs-Anlagen.

Von Heinz Göschel VDE, Berlin.

621. 34 : 665. 5. 09

Übersicht. Einleitend wird über den Bedarf und die Erzeugung von Erdöl und synthetischen Treibstoffen der Welt und insbesondere Deutschlands berichtet. Sodann werden die wichtigsten Verfahren zur Gewinnung flüssiger Treibstoffe aus Kohle beschrieben und hieraus die Grundzüge zur Planung des elektrischen Teils der neuen Treibstoffgewinnungsanlagen abgeleitet. Der Aufsatz*) zeigt insbesondere, wie der Forderung nach erhöhter Betriebssicherheit und Explosionssicherheit entsprochen werden kann. Ferner wird auf die Planung der Großantriebe für den Gas- und Flüssigkeitsumlauf und für die Hochdruckerzeugung sowie auf die Regelung der Temperatur in den Katalysatoröfen eingegangen.

1. Erdöl und synthetische Treibstoffe[1]).

Zu den Stoffen, die der deutsche Boden in einem dem Bedarf nicht genügenden Maße enthält, gehören Kohlenwasserstoffe in flüssiger Form. Die jährliche Förderung an deutschem Erdöl ist zwar zwischen 1919 und 1936 von rd. 100 000 t auf rd. 450 000 t gesteigert worden und wird durch die systematische Bodendurchforschung in gewissem Grade weiter gehoben werden können; hierzu kommt noch die Erzeugungsmenge von leichten Treibstoffen als Nebenerzeugnis der Kokereien[2]) und Schwelereien. Der Bedarf

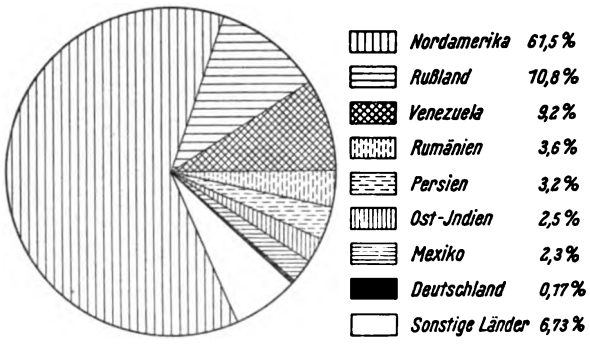
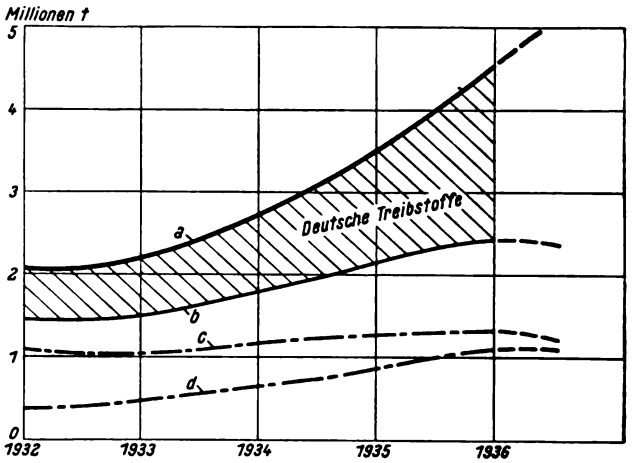


Abb. 1. Welt-Erdölförderung 1936.

Deutschlands an Erdölerzeugnissen betrug jedoch im Jahre 1936 fast 4½ Mill t (davon rd. 43 % Benzin, 45 % Diesel- und Heizöl und etwa 12 % Schmieröl, Leuchtöl usw.) und ist in weiterem Steigen begriffen. Es konnte also durch die heimische Erdölförderung nur etwa 10 % des Bedarfes gedeckt werden.

An der Spitze der erdölreichen Staaten (Abb. 1) stehen die V. S. Amerika mit mehr als der Hälfte der gesamten Weltförderung, die 1936 246,6 Mill t betrug; an zweiter Stelle folgt Rußland mit 25 Mill t. In Europa besitzt nur noch Rumänien, das jährlich rd. 7 Mill t fördert, größere Lager. Deutschland ist an der Weltölerzeugung mit nur knapp 0,2 % beteiligt.

In dem großen Rohstoffaufbauwerk der Reichsregierung — dem Vierjahresplan — steht daher die Sicherung der Versorgung mit flüssigen Treibstoffen an erster Stelle. Die Handhabe hierfür bietet die auf lange Sicht ausreichende deutsche Kohlenbasis[3]), die in Form von Steinkohle und Braunkohle feste Kohlenwasserstoffe enthält, welche durch Hinzufügen von Wasserstoff in hochwertige Schwer-, Mittel- und Leichtöle verwandelt werden können. Eine zu starke Abnahme der Kohlenvorräte als Folge eines für die Gewinnung flüssiger Treibstoffe erheblich gesteigerten Abbaus ist nicht zu befürch-



a Verbrauch an flüssigen Treibstoffen
b Treibstoff-Einfuhr (Dieselöl u. Benzin)
c Benzin-Einfuhr
d Dieselöl-Einfuhr

Abb. 2. Einfuhr und Verbrauch an flüssigen Treibstoffen in Deutschland während der letzten Jahre.

ten, da zur Erzeugung von 1 Mill t Benzin aus Steinkohle die jetzige Förderung nur um etwa 2½ %, bei Verwendung von Braunkohle um etwa 3½ % gesteigert werden müßte [13].

Seit den erfolgreichen Versuchen von Bergius, der bereits im Jahre 1913 bei hohen Drücken und hohen Temperaturen Kohle in Anwesenheit von Wasserstoffgas verflüssigte, haben die deutschen Chemiker unermüdlich auf diesem Gebiet weitergearbeitet. Im Jahre 1927 konnte im Leunawerk der I. G. Farbenindustrie das Verfahren der Hochdruckhydrierung großtechnisch verwirklicht werden [9, 10, 11]. Mehrere Jahre später wurden die ersten Treibstoffsynthese-Anlagen nach Fischer-Tropsch in Betrieb genommen [7, 8].

Die Kurven in Abb. 2 zeigen den von Jahr zu Jahr steigenden Treibstoffbedarf Deutschlands und den immer größer werdenden Anteil der heimischen Treibstoffgewinnung (Erdöl, Benzol, synthetisches Benzin); d. h. trotz der außerordentlich großen Bedarfssteigerung ist im Jahre 1936 bereits die Einfuhr gegenüber dem Vorjahr fast gleichgeblieben. Insbesondere kommt dies in der Benzineinfuhrlinie zum Ausdruck, da die synthetische Herstellung vorläufig hauptsächlich auf Benzin abgestellt ist. Der rasche Aufbau der deutschen Hydrier- und Synthesewerke wird ein schnelles Absinken der Treibstoffeinfuhr Deutschlands — trotz des voraussichtlich weiterhin steigenden Verbrauches — zur Folge haben.

*) Nach Vorträgen, gehalten am 21. 9. 1936 in Essen vor dem VDE-Bezirk Ruhr-Lippe und am 10. 3. 1937 in Hindenburg vor dem VDE-Bezirk Oberschlesien.

[1]) Weitergehende statistische und chemische Angaben finden sich in dem am Schluß des Aufsatzes angegebenen Schrifttum, auf das im Text durch Zahlen in eckigen Klammern verwiesen wird. Diese Veröffentlichungen sind auch im wesentlichen den Abschnitten 1 und 2 der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegt.

[2]) Im Jahre 1936 wurden etwa 450 000 t Benzol in Deutschland gewonnen.

[3]) Die nachgewiesenen und abbauwürdigen deutschen Steinkohlenvorräte betragen mehr als 100 Mrd t, die Braunkohlenvorräte etwa 56 Mrd t, d. h. sie reichen auch bei ansteigendem Verbrauch noch für viele Jahrhunderte aus.

Digitized by Google

Die Erfolge der deutschen Chemiker auf diesem Gebiet stellen nicht nur eine Pionierarbeit für die vielen Staaten dar, die über keine oder ungenügende Erdölvorräte verfügen, sondern auch für die heutigen erdölreichen Länder. Die anläßlich der Weltkraftkonferenz 1936 in Washington bekanntgegebenen Zahlen lassen keinen Zweifel übrig, daß die Natur Treibstoffe in flüssiger Form nur noch für wenige Jahrzehnte zur Verfügung stellt. Nach Schätzungen des Präsidenten der englisch-iranischen Petroleumkompagnie Cadman sind die bisher bekannten Welterdölquellen nach längstens 20 Jahren erschöpft. Auch wenn man die Möglichkeit der Erschließung einer Reihe heute noch unbekannter Erdölquellen berücksichtigt, kann im günstigsten Fall damit gerechnet werden, daß Erdöl noch 60 bis 70 Jahre zur Verfügung steht. Die Lage wird noch ungünstiger, wenn die Steigerung der Erdölförderung der Welt auch in Zukunft weiter anhält, wie dies gemäß folgender Aufstellung in den vergangenen Jahren der Fall war [5]:

Jahr	1900	1910	1913	1931	1936
Rohölförderung in Mill t	20,5	44,9	53,7	189,5	246,6

Teils aus diesen Gründen, teils aus wehrwirtschaftlichen Erwägungen befassen sich mit Plänen für Treibstoffgewinnungsanlagen auf Kohlenbasis — soweit bekannt — z. Z. noch folgende europäische Staaten: England, Frankreich, Italien, Österreich, Tschechoslowakei, Ungarn. In England und Frankreich sind bereits Anlagen in Betrieb. In Übersee ist die Errichtung von Kohleverflüssigungsanlagen in Australien, Chile, Japan, Südafrika und den V. S. Amerika beabsichtigt. Die Mehrzahl der ausländischen Anlagen wird sich voraussichtlich auf deutsche Patente und Erfahrungen stützen [2].

2. Die wichtigsten Verfahren der Gewinnung flüssiger Treibstoffe aus Kohle.

Wie stark die Verwandtschaft zwischen Kohle und den gewünschten flüssigen Treibstoffen ist, zeigt Abb. 3. Trotzdem ist die Aufgabe der Umwandlung — d. h. der

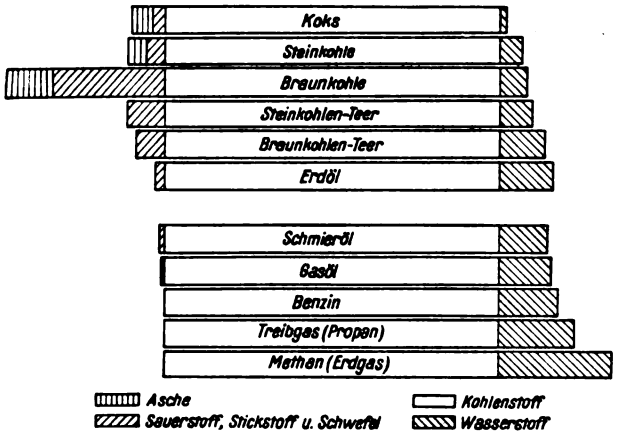


Abb. 3. Zusammensetzung von Brenn- und Treibstoffen (nach I. G. Farbenindustrie).

völligen Entfernung der Verunreinigungen (Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel) und der Anlagerung der erforderlichen Wasserstoffmengen — sehr schwierig, da der Kohlenstoff bekanntlich nicht rein, sondern in Form verwickelter chemischer Verbindungen in der Kohle enthalten ist. Wenn auch der gewichtsmäßige Unterschied des Wasserstoffgehaltes von Kohle (1 bis 6 %) und Benzin (15 %) klein ist (vgl. Abb. 3), so ist — wegen des geringen spezifischen Gewichtes von Wasserstoff — zu bedenken, daß der mengenmäßige Unterschied sehr erheblich ist.

Die Helfer bei diesem Umwandlungsprozeß sind hohe Temperaturen, die zunächst einmal für die Auflockerung und Zerspaltung der vorhandenen Molekülverbände sorgen, hohe Drücke, die die Anlagerung des Wasserstoffes bewirken, und Katalysatoren, die den Vorgang beschleunigen und ihn auf die gewünschten Enderzeugnisse hinsteuern. Wie Abb. 4 zeigt, werden die einzelnen Verfahren durch den Grad der Inanspruchnahme dieser Hilfsmittel gekennzeichnet:

Bei der Kokerei und Schwelerei wird unter dem Einfluß hoher Temperatur die Kohle in den wasserstoffarmen Koks verwandelt; mit dem dabei überschüssigen Wasserstoff bilden sich wasserstoffreiche

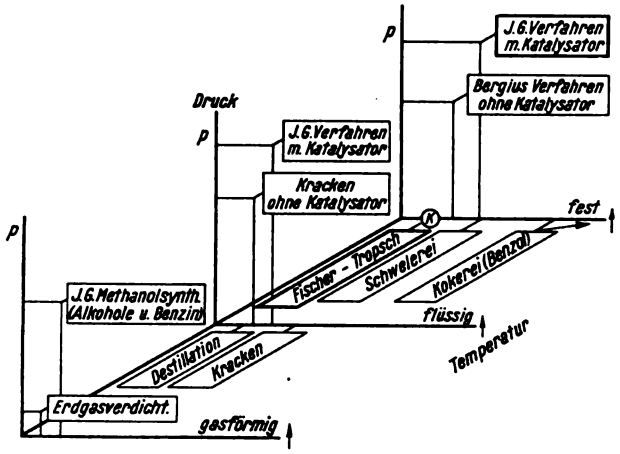


Abb. 4. Einreihung der Treibstoffgewinnungsverfahren nach Temperatur und Druck (nach Wilke, Brennstoff- u. Wärmew. 11, S. 429, Abb. 4).

Kohlenwasserstoffe, die zu Benzol oder Benzin destilliert werden. Das Haupterzeugnis ist hier Koks, der zu etwa 80 % anfällt, während nur einige Prozent Leichtöl entstehen.

Ohne Druck, aber mit hohen Temperaturen, bei denen Kohle oder Koks unter Beifügung von Wasserdampf vergast werden, arbeitet in den bisher errichteten Anlagen das Verfahren nach Fischer-Tropsch, das von der Ruhrchemie AG. großtechnisch erprobt wurde. Bei diesem Verfahren geht der eigentliche Syntheseprozeß unter dem Einfluß hochwertiger Katalysatoren vor sich. Hierbei entstehen etwa 60 % leichte Treibstoffe, im übrigen Mittelöle, Paraffin und ein Treibgas. Während das schon erwähnte Bergius-Verfahren Kohle mit Hilfe von Temperatur und Druck hydriert, arbeitet das heutige Hochdruckhydrierverfahren der I. G. Farbenindustrie außerdem noch mit Katalysatoren. Man erhält hierdurch die Möglichkeit einer nahezu 100prozentigen Umsetzung der Kohle in ein wählbares Kohlenwasserstofferzeugnis.

Beide Verfahren können sowohl Braunkohle wie Steinkohle als Ausgangsprodukt benutzen. Für das I. G.-Verfahren kann — bei Verwendung von Braunkohle[4]) — eine Vereinfachung oder Verbilligung des eigentlichen Hydriervorganges dadurch erreicht werden, daß die Kohle zunächst zu dem wasserstoffreicheren Schwelteer verarbeitet wird und dieser dann der Hydrieranlage zugeführt wird. Neuerdings läßt sich auch aus der Steinkohle ein Vorprodukt gewinnen: der „Kohleextrakt" nach Pott-Broche, dessen großtechnische Erzeugung von den Stinnes-Zechen entwickelt wurde. Bei diesem Extraktionsverfahren[5]) werden etwa 80 % der Kohlesubstanz in sauren Ölen und Tetralin gelöst; aus dem letzteren reichert sich die gelöste Kohle bereits bis zu einem gewissen Grad mit Wasserstoff an. Es handelt sich hierbei um einen zukunftsreichen Rohstoff für die Hydrierung, der unter Um-

[4]) In der Weiterentwicklung der deutschen Steinkohlen-Schwelverfahren sind in den letzten Jahren ebenfalls erhebliche Fortschritte erzielt worden.

[5]) Ein weiteres beachtliches Kohleextraktionsverfahren ist von Uhde, Dortmund, angegeben worden.

Digitized by Google

ständen auch unmittelbar als Treibstoff verwendet werden kann. Die eigentliche Hydrierung geht bei Drücken von 250 bis 700 at (je nach dem verwendeten Rohstoff) vor sich, wobei in den Kontaktkammern eine Temperatur von etwa 450 ° herrscht.

Abb. 5 zeigt, daß die Hochdruckhydrierung aus zwei Stufen besteht: Der „Sumpfphase" wird der Rohstoff als Kohlebrei, dem bereits der Katalysator zugesetzt wurde, nach mehrfacher Vorerwärmung zugeführt und im Kontaktofen mit Wasserstoff zusammengebracht. Die entstehenden Kohlenwasserstoffe entweichen gasförmig und werden durch Kühlung zu Schweröl niedergeschlagen. Nach Destillation zu Mittelöl erfolgt die zweite Hydrierung in der „Gasphase". Als Hydrierungserzeugnis entsteht hier Leichtöl, welches in Benzin und Mittelöl durch Destillation getrennt wird. Besonders kennzeichnend für das I. G.-Verfahren sind die in sich geschlossenen Kreisläufe, die eine fast vollständige Rückstandverwertung ermöglichen.

Bei dem Treibstoffsynthese-Verfahren nach Fischer-Tropsch wird — wie schon erwähnt — Kohle oder Koks[6]) in besonderen Gasgeneratoren unter Zuführung von Wasserdampf vergast; die Mischung wird so gesteuert, daß den Kontaktöfen, in denen sich hochaktive Mischkatalysatoren befinden, ein Gas der Zusammensetzung

$$CO : H_2 = 1 : 2$$

zuströmt, nachdem es eingehenden Reinigungsprozessen (insbesondere zur Entfernung des als Katalysatorgift wirkenden Schwefels) unterzogen wurde (Abb. 5). Die zahlreichen Katalysatoröfen sind von Kühlschlangen zur Abführung der Reaktionswärme und Einhaltung der Reaktionstemperatur (vgl. Abschn. 3 d) durchzogen. Als Erzeugnisse entstehen in der Regel ⅔ Benzin und ⅓ Dieselöl, Schmieröl, Paraffin und Gasöl.

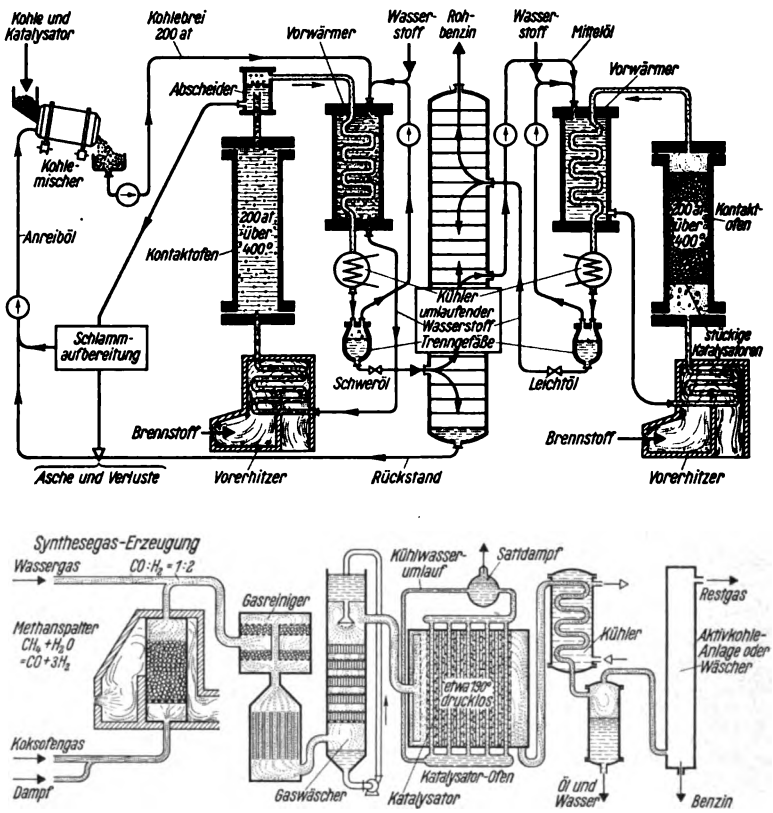


Abb. 5. Aufbau der Treibstoffgewinnungs-Anlagen nach dem I. G-Verfahren (oben) und dem Fischer-Tropsch-Verfahren (unten) (nach Stein, Energiewirtschaft; Berlin: Julius Springer 1935).

Das altbewährte Hochdruckhydrierverfahren der I. G. Farbenindustrie und das jüngere Benzinsyntheseverfahren nach Fischer-Tropsch haben sich bisher als die einzigen für die großtechnische Gewinnung flüssiger Treibstoffe aus Kohle geeigneten Verfahren erwiesen.

3. Grundzüge zur Planung des elektrischen Teils der neuen Treibstoffgewinnungsanlagen.

Durch die Errichtung der zahlreichen Großanlagen zur Gewinnung von flüssigen Treibstoffen aus Kohle sind der Elektroindustrie umfassende Aufgaben für einen völlig neuen chemischen Industriezweig entstanden, die noch umfangreicher und vielseitiger als bei dem vor einigen Jahren erfolgten Aufbau der deutschen Stickstoffindustrie sind. Für die Treibstoffgewinnungsanlagen konnte man als Ergebnis einer engen Zusammenarbeit des Elektroingenieurs mit den beteiligten Chemikern, Maschinen- und Bauingenieuren eine wirtschaftlich und technisch einwandfreie elektrische Normalausrüstung schaffen. Der beschleunigte Aufbau dieser Anlagen machte es notwendig, in der Hauptsache vorhandene Konstruktionen elektrischer Geräte zu benutzen, diese an den richtigen Stellen einzusetzen und durch möglichst geringfügige Änderungen den besonderen Betriebserfordernissen anzupassen. Es wird deshalb in der vorliegenden Arbeit die elektrische Ausrüstung ausschließlich im Rahmen der Gesamtanlage und ausgehend von den im Abschnitt 2 zusammengefaßten chemischen Grundlagen behandelt.

a) Erhöhte Betriebssicherheit.

Die Aufrechterhaltung der Gas-, Flüssigkeits- und Kohlebewegung, der vorgeschriebenen Drücke und der Reaktionswärmeabfuhr in allen Teilen der in Abb. 5 vereinfacht aufgezeichneten Anlagen stellt die Hauptaufgabe der Starkstromtechnik in den neuen Anlagen dar. Der Ausfall einer einzigen Pumpe, eines Förderbandes usw. kann zu einem Produktionsausfall der ganzen Anlage, zu Gefahren für die Gefolgschaft oder zur Unbrauchbarmachung von Zwischenerzeugnissen und Katalysatoren führen. Die Lokalisierung von — durch innere oder äußere Einflüsse entstandenen — Schäden und eine weitgehende Reservehaltung muß deshalb im elektrischen Teil dieser Anlage in besonders weitgehendem Maße gesichert sein. Insbesondere gilt dies natürlich für die

Stromversorgung.

Die Stromversorgung der Treibstoffgewinnungsanlagen wird hochspannungsseitig gewöhnlich in der Form gesichert, daß das eigene speisende Industriekraftwerk mehrere Stromerzeuger erhält, die auf ein — in der Mitte oder mehrfach — aufgetrenntes Doppelsammelschienensystem arbeiten. Es bestehen dadurch bei Maschinenausfall oder sonstigen Schäden weitgehende Umschalt- und Querverbindungsmöglichkeiten. Für den Fall ernsthafter Störungen des ganzen Kraftwerkes ist die Anlage noch an einen leistungsfähigen Fremdanschluß, z. B. an ein stabiles Überlandnetz, angeschlossen. Die Fernübertragungsspannung des Überlandnetzes wird in besonderen Stationen auf die Netzhochspannung der Anlagen umgespannt; diese beträgt gewöhnlich 6000 V, in einigen Gegenden noch 5000 V.

Die 6- bzw. 5 kV-Sammelschienen der Kraftwerksteile untereinander und des Fremdanschlusses sind normalerweise voneinander getrennt (durch Verriegelung muß das versehentliche Aufeinanderschalten asynchroner Netzteile verhindert werden), können aber über Drosselspulen mit genügend hohem Blindwiderstand miteinander verbunden

[6]) Als Ausgangsstoffe können auch Holz, Torf, Erdgas usw. verwendet werden.

Digitized by Google

werden, die bei Kurzschlüssen Störungen auf den Ort ihrer Entstehung beschränken.

Während Kraftwerk und Fremdanschlußstation an der Peripherie oder in einiger Entfernung von der Anlage erbaut werden, befinden sich die Hochspannungsschaltanlagen mit den Schaltern für die Hochspannungsmotoren oder für die Hochspannungsringleitungen und die Niederspannungs-Netztransformatoren mitten in der Anlage. Diese Schalt- und Umspannanlagen können wahlweise vom Kraftwerk, vom Fremdanschluß oder — bei nichtgekuppelten Doppelsammelschienen — von beiden gespeist werden. In den Schaltanlagen werden aus Sicherheitsgründen normalerweise öllose Schalter verwendet.

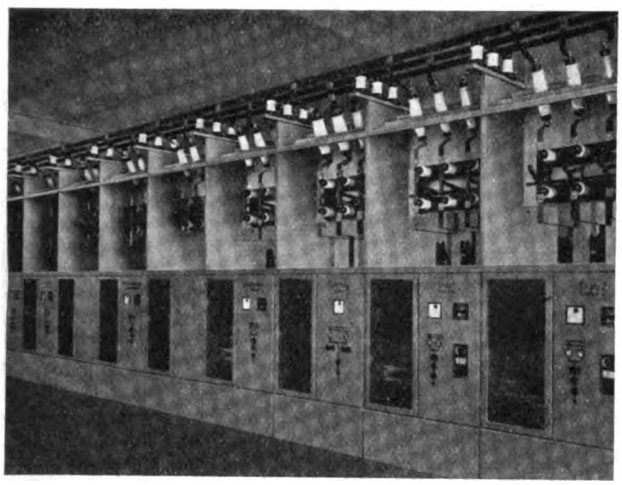


Abb. 6. 5 kV-Schaltanlage (mit Expansionsschaltern) in einer Treibstoffsynthese-Anlage.

Abb. 6 zeigt eine vorbildliche Industrieschaltanlage in einer Treibstoffsynthese-Anlage. Die Bedienungs- und Meßgeräte sind hier nicht in einer besonderen Schaltwarte, sondern an der einen Hälfte der Frontwand der einzelnen Zellen angeordnet, während die andere Hälfte aus Drahtglas besteht, um den Blick auf die Hochleistungsschalter freizugeben. Auf dem Bild sind ferner Lichtbogenschutzdecken zu sehen, die das Übergreifen von etwa entstehenden Lichtbögen auf die Sammelschienen verhindern. Fehlschaltungen aller Art werden durch Druckluft-Verriegelung unmöglich gemacht.

Das Niederspannungsnetz (meist 500 V), an das die Motoren mit Leistungen unter etwa 100 kW angeschlossen werden, wird als Ringnetz oder als Maschennetz ausgeführt. Im Gegensatz zu reinen Strahlennetzen gewährleisten diese Netzformen eine mindestens zweiseitige Speisung jeder Verbrauchergruppe. Das Maschennetz hat darüber hinaus noch den Vorteil einer Dezentralisation der Transformatorstationen, wodurch der ganze Netzaufbau elastischer und die größtmögliche Sicherung der Energieversorgung und Gleichmäßigkeit der Spannungshaltung erreicht wird. Bei ungünstiger Lage der Verbraucherschwerpunkte wird man ein Ringnetz wählen, das durch Querverbindungen weitgehend „vermascht" wird.

Die einzelnen Niederspannungsmotoren werden an gußgekapselte Verteilungen angeschlossen, die in großer Zahl über die ganze Anlage verteilt sind.

Als Schlußpunkt dieses ganzen Systems der Sicherung des Betriebes ist die Reservehaltung zu erwähnen. Für alle wichtigen Maschinensätze (Motor + Kupplung + Arbeitsmaschine) muß ein vollständiger Reservemaschinensatz betriebsfertig angeschlossen (möglichst an einen anderen Netzteil als der Hauptmotor) bereitstehen. Mit Hilfe einfacher Relaisschaltungen läßt sich die Umschaltung vom Haupt- auf den Reservemotor bzw. vom Haupt- auf das Reservenetz im Schadenfalle selbsttätig vornehmen. In manchen Anlagen, insbesondere wo sich aus der Verwertung der Reaktionswärme ein Dampfüberschuß erzielen läßt, werden mit der Arbeitsmaschine ein Motor und eine Dampfturbine gekuppelt, so daß mit Elektrizität und Dampf gefahren werden kann. Für einen Schaden an der Arbeitsmaschine selbst oder an den Kupplungen bietet diese Form der Reservehaltung allerdings keine Sicherheit.

Wichtig ist auch eine ausreichende Ersatzhaltung, die einen schnellen Austausch beschädigter Geräte ermöglicht.

Die Praxis hat gezeigt, daß nur die lückenlose Durchführung der angegebenen Arten von Maßnahmen vor Betriebsausfällen schützt. Daß bei der Auswahl der elektrischen Geräte auf den chemischen ununterbrochenen Dauerbetrieb (etwa 8000 Stunden/Jahr) Rücksicht genommen werden muß, ist selbstverständlich.

b) Explosionssicherheit.

Wie aus Abschnitt 2 hervorgeht, ist in den Treibstoffgewinnungs-Anlagen mit dem Auftreten von Wasserstoff zu rechnen. Es liegen daher wesentlich andere Verhältnisse vor als in den Anlagen unter Tage, in Pulverfabriken, Treibstofflagern usw. In geschlossenen, mit Wasserstoff-Luft-Gemischen erfüllten Räumen genügt es nicht, die Stellen elektrischer Geräte, an denen betriebsmäßig Funken auftreten, durch druckfeste Kapselungen zu schützen, deren breite Flanschen verhindern sollen, daß innere Explosionen nach außen übergreifen. Im Gegensatz zu anderen Gas-Luft-Gemischen reicht bei Wasserstoff-Luft-Gemischen in entsprechendem Mischungsverhältnis die übliche Flanschbreite schlagwettergeschützter, druckfest gekapselter Geräte infolge der gegenüber Methan 8- bis 10mal größeren Explosionsgeschwindigkeit nicht aus, um die nach der Explosion austretenden heißen Gase hinreichend abzukühlen und somit einen Flammendurchschlag nach außen zu verhindern.

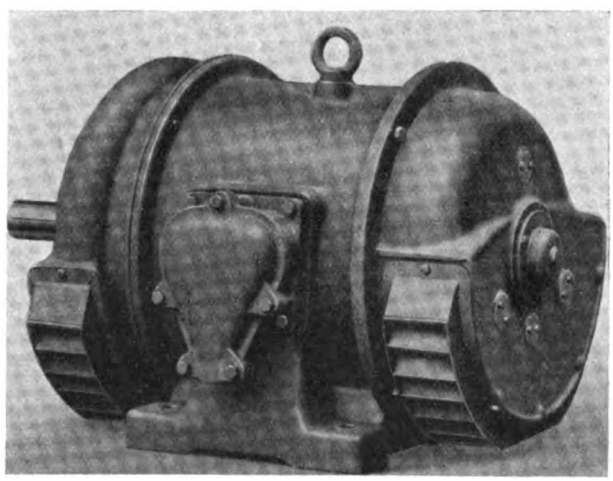


Abb. 7. Explosions- und spritzwassersicherer Drehstrom-Kurzschlußläufermotor.

Außerdem gehört Wasserstoff zu den wenigen Gasen, die nahezu in jedem Mischungsverhältnis mit Luft zu Explosionen führen können. Aus Zahlentafel 1 [20] geht hervor, welche Sonderstellung der Wasserstoff (außer

Zahlentafel 1. Explosionsbereich verschiedener Gase in Prozent ihres Gehaltes in Luft.

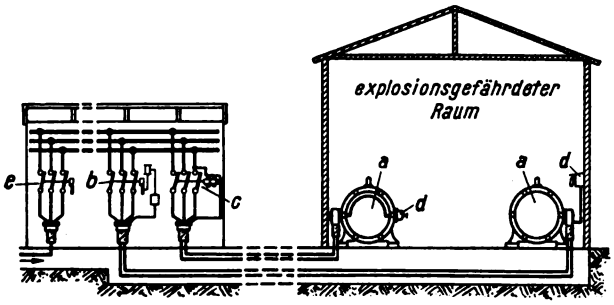
	%		%
Grubengas . . .	5,3 ··· 14,8	Leuchtgas . . .	7,0 ··· 26,0
Propan	1,9 ··· 9,0	Ammoniak . . .	16,5 ··· 26,8
Wasserstoff . .	4,1 ··· 74,0	Benzin	0,7 ··· 2,3
Azetylen	3,0 ··· 82,0	Benzol	0,8 ··· 8,6

Digitized by Google

Azetylen) auch hinsichtlich des Explosionsbereiches einnimmt unter den Gasen, die mit Luft gemischt explosionsgefährlich sind.

Die Möglichkeit des Auftretens von Wasserstoff-Luft-Gemischen in den Treibstoffgewinnungsanlagen soll aber nicht zu einer Überängstlichkeit bei der Beschaffung der elektrischen Einrichtungen verleiten; durch eine umsichtige, einheitliche Planung des elektrischen Teiles der gefährdeten Anlagenteile — gestützt auf die VDE-Leitsätze 0165/1935 [21] — kann eine Gefährdung der Anlage durch den elektrischen Funken mit Sicherheit vermieden werden.

Dabei muß betont werden, daß in derartigen Anlagen nicht dem Elektrotechniker der Hauptanteil an den Explosionsschutzmaßnahmen zufällt; es ist vielmehr in erster Linie Sache der Chemiker, der Maschinenbauer und der Architekten, alle Möglichkeiten zur Verhinderung einer Explosionsgefahr zu erschöpfen: zunächst ist die Anordnung der Anlage so zu treffen, daß Rohrleitungen, Behälter und Pumpen mit freiem Wasserstoff in einem möglichst kleinen Teil der Anlage zusammengefaßt werden, und daß die Wandungen, Flansche und Ventile dieser Apparate vollständig dicht und gegen Beschädigungen geschützt sind; vor allem muß aber für eine ausreichende Durchlüftung der Gebäude gesorgt werden — soweit man die betreffenden Anlageteile nicht überhaupt im Freien aufstellt —,



a Drehstrommotor
b Schutzschalter mit Druckluftantrieb
c Schütz
d Befehlschalter
e Zuleitungsschalter

Abb. 8. Fernsteuerung von Motoren.

so daß die Ansammlung explosibler Gasgemische auch im Schadenfalle vermieden wird. Bei den neuen Treibstoffgewinnungsanlagen ist man mit diesen vorsorglichen Maßnahmen vielfach sehr weit gegangen und hat hierdurch die Gefahrenquellen entsprechend vermindert.

Die zusätzlichen Maßnahmen zur Vermeidung der Entzündung auftretender explosibler Gas-Luft-Gemische durch den elektrischen Funken werden praktisch folgendermaßen durchgeführt:

1. Antriebe: Wenn irgend möglich, werden Motoren mit Kurzschlußläufer verwendet, bei denen bekanntlich eine unmittelbare Stromübertragung von ruhenden auf umlaufende Teile und damit das betriebsmäßige Auftreten elektrischer Funken wegfällt. Nach den VDE-Leitsätzen [21] ist eine Herabsetzung der oberen Erwärmungsgrenzen, d. h. eine Herabsetzung der Nennleistung bei Aufstellung der Motoren in explosionsgefährdeten Räumen, nicht mehr erforderlich. Es können also auch in derartigen Räumen reihenmäßige Motoren offener Bauart verwendet werden; sie müssen lediglich mit gedichtetem Klemmenkasten und einem feinmaschigen Gitter versehen sein, das das Eindringen von Fremdkörpern durch die Lüftungsöffnungen verhindert. Sind für Aufstellung in sehr feuchten Räumen vor diesen Öffnungen auch noch jalousieartige Spritzwasserabdeckungen angebracht, so entsteht eine allgemein verwendbare Antriebsausführung, wie sie sich in den Treibstoffgewinnungsanlagen von kleinsten Leistungseinheiten bis zu den größeren Schnelläufern eingebürgert hat (Abb. 7).

Die Notwendigkeit der Drehzahlregelung elektrischer Antriebe in explosionsgefährdeten Räumen sucht man weitgehend dadurch zu vermeiden, daß statt dessen entsprechende Regelungen der Durchflußmengen durch Änderung von Ventil- oder Schieberstellungen oder durch Einschaltung von Umgehungsleitungen vorgenommen werden. Wenn aus wirtschaftlichen Gründen — z. B. für

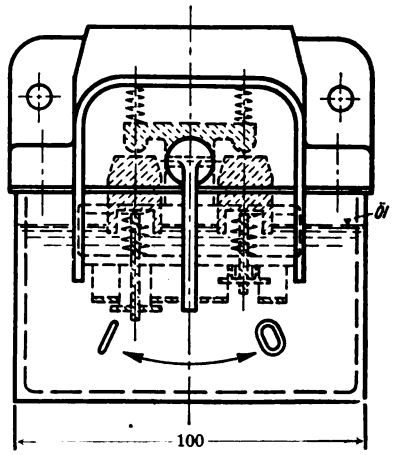
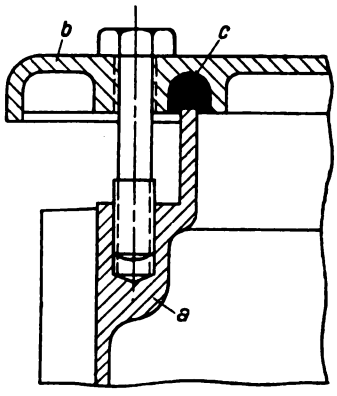


Abb. 9. Explosionsgeschützter Schwenktaster mit Kontakten unter Öl.

zeitweise Betriebseinschränkungen — eine Drehzahlregelung vorzusehen ist, so kommt in erster Linie eine Sonderausführung des Kurzschlußläufermotors in Frage: der polumschaltbare Motor, den man mit zwei oder drei verschiedenen Drehzahlen laufen lassen kann. Für stetige Drehzahlregelungen lassen sich Schleifringe oder Stromwender nicht vermeiden; die Explosionssicherheit solcher Antriebe wird dadurch erreicht, daß an Stelle der Spritzwasserabdeckungen (Abb. 7) Rohrleitungen an das Gehäuse angeflanscht werden, die die Kühlluft der Motoren aus dem Freien heranbringen[7]). Bei großen Leistungseinheiten läßt man die Motoren selbst offen und umgibt lediglich die Schleifringe mit einem fremdbelüfteten Blechgehäuse (Abb. 15). Fremdbelüftete Geräte sind jedoch nur dann als explosionssicher anzusehen, wenn die Aufrechterhaltung der Luftströmung vor und während des Betriebes unbedingt gesichert ist.



a Kasten *b* Deckel *c* Dichtung

Abb. 10. Deckelbefestigung bei gußgekapselten Niederspannungsverteilungen.

2. Schalter und Verteilungen. Die Schalter und Verteilungen werden in nichtexplosionsgefährdeten Räumen oder im Freien untergebracht, betätigt werden die Schalter durch Fernsteuerung mit Hilfe von Befehlschaltern, die in Antriebsnähe angeordnet sind (Abb. 8). Als Befehlschalter kommen in erster Linie explosionsgeschützte Schwenktaster (Abb. 9) mit Schaltstücken unter Öl in Frage, die in chemischen Betrieben neuerdings an Stelle von Druckknopfschaltern verwendet werden. Für Großantriebe sind die Befehlschalter in „Schaltsäulen" eingebaut (Abb. 15). Zur Signalisierung der Schalterstellungen dienen explosionsgeschützte Schalterstellungsanzeiger.

Die Niederspannungs-Gußverteilungen bis 500 V, die bei den neuen Treibstoffgewinnungsanlagen häufig im Freien

[7]) Bei kleinen Rohrleitungslängen genügen die in die Motoren eingebauten Lüfter für das Durchsaugen der Luft. Auf jeden Fall sind aber außerdem kleine getrennt angeordnete Zusatzlüfter vorzusehen, die vor der Inbetriebnahme der Motoren die während des Stillstandes etwa eingedrungenen explosiblen Gase aus dem Motorgehäuse blasen.

Digitized by Google

aufgestellt sind und die Sammelschienen, Sicherungen, Zuleitungsschalter (*e* in Abb. 8) und Motorschutzschalter (*b* und *c*) enthalten, sind vor den Witterungseinflüssen und chemischen Beanspruchungen dadurch geschützt, daß Öffnungen nach außen grundsätzlich vermieden werden. (Die Art der Deckelbefestigung zeigt beispielsweise Abb. 10.)

3. Krane: Die Speisung der Laufkrane in Räumen, in denen sich Wasserstoff-Luft-Gemische in gefahrdrohender Menge ansammeln können, erfolgt durch Schleppkabel, die auf Rollen nachgezogen werden. Die Schaltstücke der Kranschalter befinden sich unter Öl.

4. Leuchten: Die Leuchten sind gedichtet ausgeführt und mit Drahtkörben versehen, die eine Beschädigung des Schutzglases verhindern sollen. Die Glühbirnen werden von explosionssicheren Fassungen gehalten, die den eventuell beim Lockern der Birne entstehenden Öffnungsfunken abkapseln[8]).

5. Anschlüsse: Sämtliche Kabel- und Leitungsanschlüsse in den gefährdeten Räumen müssen gegen Lockern gesichert sein, beispielsweise durch besondere Unterlegscheiben, Verlöten usw. *(Schluß folgt.)*

[8]) An besonders gefährdeten Stellen — z. B. unmittelbar an den Katalysatoröfen — kann die Beleuchtung durch explosionsgeschützte Überdruckleuchten erfolgen; das Innere dieser Leuchten ist mit Kohlensäure (aus einer Kohlensäurekapsel stammend) unter Überdruck angefüllt und gegen die Außenluft abgedichtet; bei einer Zerstörung des Schutzglases entweicht die komprimierte Kohlensäure und ein Membranschalter schaltet im gleichen Augenblick die Lampe ab.

Die Gründung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft.

Von G. Dettmar VDE, Bückeburg.

628.9 + 621.3 (062)

Übersicht. Am 2. November 1937 konnte die „Deutsche Lichttechnische Gesellschaft" auf ein 25jähriges Bestehen zurückblicken. Aus der Entstehungsgeschichte der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, der Vorgängerin der heutigen DLTG, sei aus diesem Anlaß kurz berichtet.

Auf dem Gebiete der Lichttechnik hat sich hinsichtlich Vereinheitlichungsfragen der Verband Deutscher Elektrotechniker erstmalig im Jahre 1896 beschäftigt, und zwar auf Antrag des Dresdner Elektrotechnischen Vereins. Dieser hatte angeregt, eine Kommission einzusetzen, welche die Ursachen der vielfach laut gewordenen Klagen über Glühlampen untersuchen und einheitliche Lieferungsbedingungen feststellen sollte. An dieser Arbeit beteiligten sich auch Vertreter der Vereinigung der Elektrizitätswerke; sie wurde schnell durchgeführt und der Entwurf noch im gleichen Jahre in der ETZ veröffentlicht[1]). Für die photometrischen Messungen ist jedoch eine besondere Unterkommission gebildet worden. Diese hat „Vorschriften für die Lichtmessung an Glühlampen" aufgestellt, die in der gleichen Zeitschrift bekanntgegeben worden sind[2]). Beide Arbeiten betrafen nur elektrotechnische Dinge und konnten daher vom VDE und der Vereinigung allein behandelt werden. Anders lagen die Verhältnisse dagegen hinsichtlich der zur gleichen Zeit in Arbeit befindlichen „Photometrischen Einheiten". Solche waren vom Elektrotechnischen Verein (Berlin), dem heutigen VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg, gemeinsam mit der Lichtmeßkommission des Vereins der Gas- und Wasserfachmänner aufgestellt worden. Sie wurden nach Prüfung durch die Verbandskommission vom VDE angenommen und ebenso auch von den Gas- und Wasserfachmännern[3]). Hier handelte es sich also schon um eine gemeinsame Arbeit der beiden Vertretungen von Elektrotechnik und Gastechnik.

Anläßlich der Jahresversammlung des VDE 1904 hatte Teichmüller darauf hingewiesen[4]), daß auf dem Gebiete der Lichttechnik außerordentlich viele Unklarheiten vorhanden waren und daß eine einheitliche Regelung nach verschiedenen Richtungen erwünscht sei. Zur Bildung einer besonderen Kommission hierzu ist es aber damals nicht gekommen. Erst im Anschluß an einen Vortrag[5]), den Norden auf der Jahresversammlung 1905 gehalten hat, in dem er wieder auf die Unzulänglichkeit der Maße, Messungen und Namenbezeichnungen in dem Gebiete der Lichttechnik aufmerksam gemacht hat, wurde eine Lichtmeßkommission vom VDE eingesetzt[6]), die in Gemeinschaft mit Vertretern der Elektrizitätswerke „Normalien für Bogenlampen" sowie „Vorschriften für die Photometrierung von Bogenlampen" ausarbeitete. Trotzdem es sich hier nur um elektrotechnische Dinge handelte, hat die Kommission es doch für zweckmäßig gehalten, eine Verständigung mit den Beleuchtungstechnikern des Gasfaches herzustellen, und zwar mit dem Erfolg, daß die Grundsätze der vom VDE geschaffenen Normalien von den Gasfachleuten zur sinngemäßen Anwendung auf die Starklichtquellen der Gasindustrie für geeignet erklärt wurden[7]). In den folgenden Jahren wurden dann noch einige rein elektrotechnische Sondervorschriften seitens des VDE bearbeitet sowie „Normalien für die Beurteilung der Beleuchtung". Da diese auch für die Gastechnik von Bedeutung waren, trat er ihretwegen wiederum mit dem Verein der Gas- und Wasserfachmänner in Verbindung[8]).

Wenngleich also, wie vorstehend gezeigt, eine Zusammenarbeit dieser beiden an der Lichttechnik interessierten Stellen in gewissem Umfange durchgeführt wurde, muß sie doch als ziemlich lose bezeichnet werden, was auf die Dauer nicht von Erfolg sein konnte. Es bestanden nämlich nicht nur Meinungsverschiedenheiten zwischen den Gas- und Elektrotechnikern, sondern auch innerhalb jeder der beiden Gruppen spielten sich erhebliche Kämpfe ab. In meiner damaligen Eigenschaft als Generalsekretär des VDE machte ich gelegentlich einer Sitzung der Lichtkommission den Vorschlag, eine Gemeinschaftsarbeit aller auf lichttechnischem Gebiete tätigen Stellen herbeizuführen, um mit größerem Erfolg als bisher weiterzukommen. Zu diesem Zweck schlug ich die Gründung einer Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft vor. Eine solche war auch deswegen gerade damals besonders erwünscht, weil schon mehrere Jahre Verhandlungen mit der internationalen Lichtmeßkommission schwebten und es notwendig war, eine Gesamtvertretung Deutschlands mit der Führung dieser Verhandlungen beauftragen zu können. Der Vorstand des VDE, dem ich diesen Vorschlag unterbreitete, schloß sich meinen Ausführungen an und beauftragte mich, die Physikalisch-Technische Reichsanstalt als neutrale Stelle zu bitten, unter Beteiligung des VDE und des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern eine Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft ins Leben zu rufen. Der Präsident derselben, Warburg, gab dieser Anregung gerne statt und bereitete die Gründung vor, nachdem eine zustimmende Erklärung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern bei ihm eingelaufen war.

Am 2. November 1912 fand nun in der Reichsanstalt eine Versammlung statt, an welcher etwa 50 Vertreter der

[1]) ETZ 17 (1896) S. 685.
[2]) ETZ 18 (1897) S. 473.
[3]) ETZ 18 (1897) S. 474.
[4]) ETZ 25 (1904) S. 661 u. 682.
[5]) ETZ 26 (1905) S. 578.
[6]) ETZ 26 (1905) S. 693; 27 (1906) S. 622; 28 (1907) S. 750.
[7]) ETZ 28 (1907) S. 750.
[8]) ETZ 31 (1910) S. 714.

Digitized by Google

Wissenschaft und Praxis des Beleuchtungswesens teilnahmen. Nachdem der von einem vorbereitenden Komitee vorgelegte Satzungsentwurf durchberaten worden war und mehrere zustimmende Äußerungen vorlagen, erklärten sich die Anwesenden einstimmig für die Gründung der neuen Gesellschaft, worauf Herr Präsident Warburg diese als erfolgt erklärte[9]).

Die erste Hauptversammlung wurde am 24. 2. 1913 im Physikalischen Institut der Universität in Berlin abgehalten, wobei der bei der Gründung gebildete geschäftsführende Ausschuß Bericht erstattete. Hierbei wurde mitgeteilt, daß die Mitgliederzahl sich in der kurzen Zeit schon von 48 auf 211 erhöht hatte. Sodann wurde je eine Kommission für Lichteinheiten, Fachausdrücke und Meßverfahren eingesetzt und die Wahl des Vorstandes sowie des Ausschusses vollzogen.

Im Jahre 1913 und den folgenden Jahren fanden weitere Jahres- und Mitgliederversammlungen statt, bei denen außerordentlich wertvolle Vorträge gehalten und wichtige lichttechnische Angelegenheiten besprochen und erledigt wurden. Bald nach der im Jahre 1912 erfolgten Gründung wurden zwei Tochtergesellschaften in Karlsruhe und in Rheinland-Westfalen gegründet.

[9]) Reichsanzeiger v. 11. XI. 1912 und ETZ 33 (1912) S. 1222.

In den Kommissionen wurden im Laufe der Jahre u. a. Regeln für die Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung geschaffen sowie Leitsätze für Innenbeleuchtung und für die Beleuchtung im Freien; die bisher auf diesen Gebieten bestehenden VDE-Bestimmungen wurden hierdurch ersetzt[10]). Später behandelte man die Beleuchtung in Fabriken und gewerblichen Arbeitsstätten und stellte Leitsätze dafür auf.

Die DBG hat durch diese Arbeiten gezeigt, daß sie die auf sie gesetzten Hoffnungen in weitgehendem Maße erfüllt hat und daß die Lichttechnik nach allen Richtungen gefördert wurde.

Die Gesellschaft hat später[11]) ihren Namen in „Deutsche Lichttechnische Gesellschaft" geändert und das Gesamtgebiet der Lichttechnik in Theorie und Praxis erfolgreich bearbeitet. Sie gliedert sich heute in drei Gaue, den Gau Nord-Mitte mit dem Sitz in Berlin, dem Gau West mit Stützpunkten in Münster und Köln und dem Gau Süd mit solchen in Frankfurt a. M. und Karlsruhe. In den 25 Jahren des Bestehens dieser Gesellschaft ist wertvolle Arbeit zum Nutzen des gesamten deutschen Wirtschaftslebens geleistet worden.

[10]). ETZ 57 (1936) S. 53.
[11]) ETZ 55 (1934) S. 284.

Jubiläumstagung der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft.

628. 9 + 621. 32 (063)

Die Deutsche Lichttechnische Gesellschaft konnte anläßlich der diesjährigen Reichstagung deutscher Lichttechniker, die vom 23. bis 26. 9. 1937 in Köln stattfand, auf ihr 25jähriges Bestehen zurückblicken[1]). Nach Eröffnung der Tagung durch den Reichsvorsitzenden R. G. Weigel behandelte K. Finckh in seinem Festvortrag das Thema: „25 Jahre Deutsche Lichttechnik". Ein Rückblick auf die Zeit vor 25 Jahren zeigt uns einen Abschnitt, dem eine Zeit epochemachender Erfindungen neuer Lichtquellen vorangegangen war. Aber die lichttechnischen Grundlagen zur Verwirklichung guter Beleuchtung fehlten noch. Die Entwicklung der deutschen Lichttechnik ist in der Folgezeit untrennbar verbunden mit derjenigen der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, die am 2. November 1912 ins Leben gerufen wurde. Die von der Gesellschaft im Jahre 1919 erstmalig herausgegebenen „Leitsätze" fanden nach späteren Ergänzungen und Bearbeitungen 1935 Aufnahme im Normenwerk der deutschen Industrie. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Entwicklung elektrischer Beleuchtung geht z. B. daraus hervor, daß der Glühlampenbedarf für allgemeine Beleuchtungszwecke in dem genannten Zeitabschnitt von 0,2 auf 1,2 Lampen je Kopf der Bevölkerung gestiegen ist. Während der Gasverbrauch für Beleuchtung auf etwa 40 % des Verbrauchs von 1911 zurückgegangen ist, stieg der Verbrauch für elektrische Beleuchtung im gleichen Zeitabschnitt auf etwa 700 % an.

H. Stephan sprach anschließend über „Zukunftsaufgaben der deutschen Lichttechnik" unter besonderer Berücksichtigung des Städtebaues. Die künstliche Beleuchtung darf den Raumeindruck nicht durch regellos verteilte blendende Lichtpunkte zerreißen, und sie soll auch nicht durch ungewohnte Verteilung von Licht und Schatten einen den Absichten des Architekten entgegengesetzten Eindruck hervorrufen. In der Verkehrsbeleuchtung sind schroffe Wechsel der Beleuchtungsstärke zu beseitigen. In Paris sind z. B. Beleuchtungsanlagen in Unterführungen geschaffen worden, bei denen die Beleuchtungsstärke in vier Stufen der jeweils vorhandenen Außenbeleuchtung durch Photozellensteuerung angepaßt wird.

Wie der Reichsvorsitzende mitteilte, ist von der DLTG jetzt ein „Studienausschuß für öffentliche und Verkehrsbeleuchtung" gegründet worden, dessen Arbeit unter Beteiligung der Behörden neben der Förderung der Straßenbeleuchtung den verschiedensten im Verkehr zu lösenden lichttechnischen Fragen gelten soll, ferner den Aufgaben der Fahrzeugbeleuchtung, der Verwendung des Lichts zu Schmuck- und Festbeleuchtung und den Fragen der Luftschutzbeleuchtung.

H. Steinwarz sprach über „Die Folgerungen aus der Aktion „Gutes Licht — Gute Arbeit"[2]). Im kommenden Winter soll die Aufklärungsarbeit der DAF. zur Verbesserung der Beleuchtung in den Arbeitsstätten und bei der Freizeitgestaltung in vergrößertem Umfang weitergeführt werden. Von den Elektrizitätswerken sollen in allen Landesteilen neutrale lichttechnische Beratungsstellen geschaffen werden. Beim Reichsamt „Schönheit der Arbeit" der DAF. ist ein Hauptausschuß „Gutes Licht" für die einheitliche Leitung aller hiermit zusammenhängenden Arbeiten geschaffen worden.

B. Seeger behandelte „Die Beleuchtungsentwicklung in Deutschland und im Ausland". In der Schweiz beträgt der mittlere Jahresverbrauch für Beleuchtung einer Wohnung 168, in den V. S. Amerika 300 kWh. Bei Annahme eines Jahresstrombedarfs für Beleuchtung von 100 kWh je Wohnung wäre also bei uns in absehbarer Zeit ein jährlicher Mehrabsatz von 1,5 Mrd kWh für Wohnungsbeleuchtung möglich. Im Verbrauch für elektrische Straßenbeleuchtung steht Deutschland unter 17 zum Vergleich herangezogenen Ländern erst an 14. Stelle. Die Erhöhung der Benutzungsdauer als Folge steigenden Beleuchtungsstrombedarfs zeigen die dänischen Angaben für den Zeitraum 1925 bis 1934. Die Benutzungsdauer des Anschlußwertes stieg um 25 %. Ein weiterer Ausgleich der Belastungsverteilung tritt erfahrungsgemäß bei steigendem Beleuchtungsstrombedarf auch durch zusätzlichen Lichtverbrauch am Tage (Arbeitsstätten, Restaurants, Kaufhäuser) ein.

J. Schaer gab anschließend einen lichttechnischen Vergleich zu dem gleichen Thema. Die Beleuchtung von Werkräumen hat bei uns bereits einen erfreulichen Stand erreicht. So hat hier z. B. die wirtschaftliche Beleuchtung mit Quecksilber-Mischlicht eine ständig zunehmende Bedeutung erlangt. In der praktischen Anwendung der Außenbeleuchtung ist uns dagegen das Ausland zur Zeit noch erheblich überlegen. Die elektrische Straßenbeleuchtung hat sowohl in Paris wie in London die Gasbeleuchtung überflügelt. In der Straßenbeleuchtung Londons

[1]) Siehe den vorangehenden Aufsatz von G. Dettmar.
[2]) ETZ 57 (1936) S. 871; 58 (1937) H. 2, S. 43.

Digitized by Google

hat sich die Metalldampflampe durchgesetzt. Von 600 km mit Quecksilber-Hochdrucklampen beleuchteter Straßenlänge in England entfallen auf London allein 400 km.

Die Fachvorträge des folgenden Tages wurden eingeleitet durch A. Bühl, der „Die Entwicklung der Vorstellung vom Lichtäther" behandelte.

W. Arndt berichtete über den „Wandel der Anschauung bei der Bewertung von Beleuchtungsanlagen". Bei den Fragen nach der „Beleuchtungsgüte" ist auch die Erfassung der Lichtdurchflutung des Raumes, die Kennzeichnung der „Raumbeleuchtung"[3]), bereits vor längerer Zeit in Angriff genommen worden. Am Beispiel eines in einer bebauten Straße liegenden, durch Seitenfenster mit Tageslicht beleuchteten Raumes wurde gezeigt, daß die in Raummitte gemessene „Raumbeleuchtungsstärke" die Beleuchtungsverhältnisse in verschiedenen Stockwerken besser kennzeichnet als die mittlere Horizontalbeleuchtung oder als das Produkt aus dieser und der Gleichmäßigkeit. Besonders in der Außenbeleuchtung wird immer häufiger die Leuchtdichte als Bewertungsgrundlage herangezogen[4]).

O. H. Knoll sprach über „Neue Versuche zur Angleichung der spektralen Empfindlichkeit der Sperrschichtzelle an die spektrale Hellempfindlichkeit des Auges". Die Angleichung geschieht durch einen genau abgestimmten Trockengelatinefiltersatz, der je ein blaugrünes und ein gelbes Filter von 0,5 mm Gesamtdicke enthält, die durch eine 0,5 mm starke Zellondecke geschützt sind. Messungen an Gasentladungslampen (Hg, Na, Ne) ergaben höchstens 3,9 % Abweichung gegenüber der subjektiven Messung.

„Das Licht auf der Bühne" behandelte E. Jahn. Nach einer kurzen geschichtlichen Einleitung wurde ein umfassender Überblick über die neuzeitlichen elektrischen Lichtquellen und ihre Verwendung in den verschiedenen Bühnenleuchten gegeben. Die Quecksilberhochdrucklampe hat für Horizontbeleuchtung Eingang gefunden. Von den Regeleinrichtungen ermöglicht der Bühnen-Wechselstromregler System Bordoni eine stetige und verlustlose Regelung. Nach einem Hinweis auf die Bedeutung der Lichttechnik für die Signalanlagen der Bühne wurde an Bühnenbildern der Einsatz der verschiedenen Beleuchtungsmittel in der Praxis gezeigt.

Der Nachmittag des zweiten Veranstaltungstages war der Aussprache über Teilgebiete der Lichttechnik vorbehalten, die in zwei getrennten Gruppen stattfand. Die eine diente dem Erfahrungsaustausch in Fragen der praktischen Lichttechnik, zunächst dem Thema „Beleuchtungsplanung", das auf Grund der beiden Berichte von E. Wittig „Projektierung der Beleuchtung von Innenräumen" und G. Laue „Neuere Gesichtspunkte für die Planung von Außenbeleuchtungsanlagen" behandelt wurde. Anschließend wurde die „Beleuchtung mit Metalldampflampen" besprochen, wobei die Berichte von W. Kircher über „Verbesserte Sehbedingungen bei der Beleuchtung von Betriebsräumen" und von C. Frangen über die „Feste oder bewegliche Lampenaufhängung bei der öffentlichen Straßenbeleuchtung" den Ausgangspunkt für die Aussprache bildeten. Hierbei wurde auch die Frage des $\cos\varphi$ bei Metalldampflampen gestreift und festgestellt, daß dieses Problem in der Straßenbeleuchtung schon wegen des geringen zahlenmäßigen Anteils des Stromverbrauchs für Straßenbeleuchtung am Gesamtverbrauch keinen Anlaß zu Bedenken geben kann.

In der anderen Fachsitzung, die der heterochromen Photometrie bestimmt war, gab A. Dresler ein einleitendes Referat, in dem die Frage des Additivitätsgesetzes beim flimmerphotometrischen und beim direkten heterochromen Vergleich untersucht wurde. Anschließend brachte H. König eine Zusammenfassung von Forderungen, die im Interesse einer die Anforderungen der Industrie befriedigenden Photometrie erfüllt werden sollten, und die insbesondere auch bei der als notwendig festgestellten Neubestimmung der internationalen Augenempfindlichkeitskurve Berücksichtigung finden müssen.

Den Abschluß der Tagung bildete der Experimentalvortrag von H. Krefft „Über die mit der Gasentladung physikalisch erreichbare Lichtausbeute und ihre lampentechnische Verwirklichung". Die Arbeiten Piranis und seiner Mitarbeiter hatten den Nachweis erbracht, daß man durch elektrische Entladung im Na-Dampf Licht mit der theoretisch möglichen Ausbeute von 530 Hlm/W erzeugen kann. Bei den technischen Na-Lampen werden Lichtausbeuten von 50 bis 80 Hlm/W erreicht, da man zur genügenden Na-Dampfbildung Erwärmung des Entladungsgefäßes durch Anwendung relativ hoher Stromdichte herbeiführen muß, wodurch die Lichtausbeute wieder sinkt. Heute steht die Lichtumwandlung durch Luminophore im Vordergrund des Interesses. Es ist in letzter Zeit, insbesondere durch die Arbeiten Rütte-nauers, gelungen, Leuchtstoffröhren mit einer die der Glühlampen um das Drei- bis Fünffache übertreffenden Lichtausbeute herzustellen, und zwar bei praktisch befriedigender Lichtfarbe[5]). Während die in der Lichtreklame verwendeten Hg-Niederdruckröhren (50 mA) eine Lichtausbeute von 3 bis 5 Hlm/W haben, die bei der wirtschaftlichsten Ausführungsform, der Cooper-Hewitt-Lampe, 20 Hlm/W erreicht, konnte man bei Leuchtstofflampen mit Zinksilikat (grünleuchtend) bereits Lichtausbeuten von etwa 130 Hlm/W praktisch erreichen. Durch das in die Dunkelpause der Wechselstromentladung hinüberwirkende Nachleuchten des Luminophors wird die Flimmerfreiheit der Gasentladungslampe verbessert. Auch die Entladung in Edelgasen (z. B. Neon) konnte zur Anregung von Luminophoren im Schumanngebiet nutzbar gemacht werden[6]). Die Weiterentwicklung der Quecksilberhochdrucklampe, mit der in ihrer technisch bereits weitgehend durchgebildeten Form heute Lichtausbeuten von 30 bis 50 Hlm/W erreicht werden, führte zur Ausbildung der Höchstdrucklampe (bis 100 at), die neben weiterer Steigerung der Lichtausbeute vor allem eine außerordentlich hohe Leuchtdichte ergibt[7]). Eine vorgeführte Höchstdrucklampe mit einer Leuchtdichte von 35 000 Stilb ließ erkennen, daß die Leuchtdichte des Kohlebogens damit praktisch bereits überschritten ist. H. G. Frühling.

[3]) ETZ 50 (1929) S. 1645.
[4]) ETZ 56 (1935) S. 350.
[5]) ETZ 56 (1935) S. 649.
[6]) ETZ 58 (1937) H. 7, S. 178.
[7]) ETZ 58 (1937) H. 11, S. 302.

Fernsprechen in Lärm und Wind.

Von W. Janovsky, Berlin.

621. 395. 8

Übersicht. Der Aufsatz streift zunächst die verschiedenen Verfahren der Lärmmessung und behandelt dann eingehend die Beeinträchtigung der Sprachbildung und des Hörens durch den Lärm. Nach einem Hinweis auf das Sprachschallfeld in der Nähe des Mundes und die Bedeutung von Verzerrungen werden die Anforderungen an Mikrophon, Mikrophoneinsprachen und Fernhörer besprochen.

I. Einleitung.

Die Aufgabe, Fernsprechgeräte so zu bauen, daß der stets mehr oder weniger vorhandene Raumlärm die Verständigung möglichst wenig stört, ist nicht neu. Vergleicht man z. B. den Abstand Mikrophon bzw. Mikrophoneinsprache zum Fernhörer bei den üblichen Handapparaten, so wird man feststellen, daß dieser Abstand dauernd verringert wurde. Dies geschah aus dem Grunde, eine möglichst große Sprachspannung bei gleichbleibender Lärmspannung zu erzielen. Um eine für alle Kopfgrößen passende Form zu finden, mußte zuerst bei zahlreichen Personen der Abstand Mund zu Ohr gemessen werden [1, 2]*). Mit zunehmender Einführung der Fernsprechgeräte wurden die Anforderungen dauernd gesteigert, da man bald Fernsprechgeräte auch für Werkstätten, Maschinenräume, Motorprüfstände und dergl. forderte. Die Fernsprechentwicklung hat sich fortlaufend mit dieser Aufgabe befaßt und befriedigende Lösungen gefunden. Im

*) Die Zahlen beziehen sich auf das Schrifttumverzeichnis S. 1294.

Digitized by Google

folgenden soll nun gezeigt werden, wieweit und in welcher Weise wir beim Sprechen und Hören durch den Lärm behindert werden, welchen Einfluß Verzerrungen des Übertragungssystems haben und endlich, welche Anforderungen an Mikrophon und Fernhörer zu stellen sind*).

II. Lärmmessung.

Wenn über den störenden Einfluß des Lärms gesprochen werden soll, dann ist zunächst ein kurzer Hinweis auf Lärmmessungen notwendig. In erster Linie interessiert die Lautstärke des Lärms, in zweiter seine Zusammensetzung aus einzelnen Komponenten. Die Lautstärke wird nach einem Vorschlag von Barkhausen [3] in Phon angegeben und definitionsmäßig durch unmittelbaren Hörvergleich mit einem Normalschall, einem Ton von 1000 Hz, gemessen. Die Lautstärkenskala ist so abgestuft, daß in allerdings nur ganz roher Annäherung einem Lautstärkeunterschied von 1 Phon eine gerade hörbare Lautstärkenänderung entspricht. Der Nullpunkt der Skala fällt mit der Hörschwelle zusammen. Die obere Grenze bildet die Schmerzschwelle, die nach den neuesten Untersuchungen von v. Békésy [4] bei etwa 130 Phon liegt. Neben dieser subjektiven Vergleichsmessung kann die Lautstärke auch mit objektiven Geräuschmessern, die also eine unmittelbare Ablesung der Lautstärke an einem Gerät gestatten, gemessen werden. Je nach dem Aufwand, mit dem diese Geräte die Funktionen unseres Ohres nachbilden, ist eine mehr oder weniger gute Übereinstimmung mit der subjektiven Vergleichsmessung zu erwarten.

Will man näheren Aufschluß über die Zusammensetzung des Lärms erhalten, dann ist eine Analyse notwendig. Als sehr zweckmäßig hat sich in letzter Zeit die sogenannte Oktavsiebanalyse erwiesen. Mit Hilfe eines einfachen, umschaltbaren Oktavsiebes kann der Schalldruck aller innerhalb einer Oktave liegenden Komponenten des Lärms gemessen werden. Durch eine Verschiebung der Durchlaßbereiche des Siebes um eine halbe Oktave wird die Analyse noch verfeinert. Diese Art der Analyse hat, wie Thilo und Steudel [5] gezeigt haben, auch den großen Vorteil, daß aus dem Oktavsiebspektrogramm auf sehr einfache Weise und recht genau die Lärmstärke in Phon berechnet werden kann. Einen Begriff von der Verschiedenheit der vorkommenden Lärmstärken und Lärmzusammensetzungen geben Messungen von Thilo und Steudel [5] an den verschiedensten Lärmquellen im Freien und in Werkstätten. In den untersuchten Fällen betrug die Lärmstärke etwa 70 bis 100 Phon. Sind sehr laute Lärmquellen in kleinen, ungedämpften Räumen mit ausgeprägter Raumresonanz aufgestellt, dann kann der Raumlärm Werte bis an die Schmerzschwelle erreichen. Ähnliche Werte kann man auch in unmittelbarer Nähe großer Maschinen, z. B. eines Flugzeugmotors, messen.

III. Beeinflussung der Sprachbildung durch Lärm. Das Schallfeld der Sprache in der Nähe des Mundes.

Nach dem heutigen Stand der Untersuchungen können wir von einer direkten und einer indirekten Beeinflussung der Sprachbildung durch Wind und Lärm sprechen. Wie wir wissen, spielen die Resonanzräume des Mundes für die Vokalbildung eine ausschlaggebende Rolle. Diese Resonanzräume können nun aber auch durch den Lärm angeregt werden. Wieweit dies der Fall ist, zeigen Oktavsiebanalysen, bei denen einmal der Lärm im ungestörten Schallfeld, dann am Kopf mit geschlossenem und endlich bei geöffnetem Mund gemessen wurde. Das Mikrophon, ein kleines Kondensatormikrophon, wurde dabei in unmittelbare Nähe des Mundes gehalten. Abb. 1 zeigt das Verhältnis Schalldruck am Mund p_M zu dem in der freien Welle p_F. Bei geschlossenem Mund ist die mit der Frequenz ansteigende Drucktransformation zu erkennen, bei offenem Mund die Resonanzwirkung der Mundhöhle bei etwa 800 Hz; in letzterem Fall ist die Drucktransformation bei Frequenzen oberhalb der Resonanz kleiner, da hier der Mund als nicht reflektierendes Luftpolster wirkt.

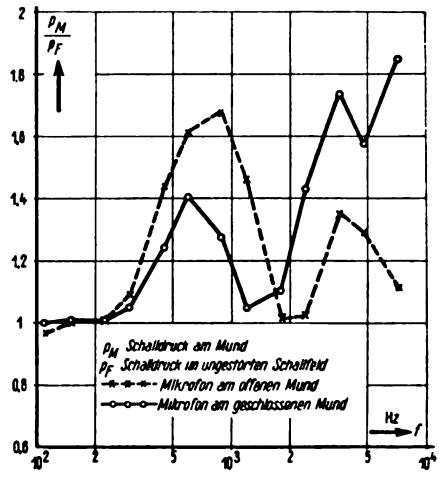


Abb. 1. Einfluß des Kopfes auf das Lärmschallfeld.

Bei Lärmquellen mit starker Richtwirkung ist umgekehrt eine abschirmende Wirkung des Kopfes vor allem bei hohen Frequenzen festzustellen. Beide Einflüsse, sowohl die Anregung als auch die Abschirmung, treten bei Störungen durch Wind stärker in Erscheinung. Erstaunlicherweise ist aber trotzdem z. B. in starkem Fahrwind, allerdings erst nach einiger Übung, eine Sprachbildung möglich.

Die indirekte Beeinflussung beim Sprechen beruht darauf, daß wir im Lärm die eigene Sprache schlechter hören. Nun richten wir aber offenbar unsere Sprechstärke ganz nach der Stärke des Mithörens; wird das Mithören durch den Lärm geschwächt, sprechen wir sofort lauter. Wie Messungen [6] gezeigt haben, bei denen die Änderung der Sprachlautstärke bei Zuschalten eines Lärms bestimmter Lärmstärke mit Hilfe eines Berührungsmikrophons gemessen wurde, setzt dieser indirekte Einfluß des Lärms bereits bei einer Lärmstärke von etwa 40 Phon ein und kann uns bei einer Lärmstärke von 120 Phon zu einer um 15 db, d. h. zu einer um etwa 20 Phon lauteren Sprache bringen.

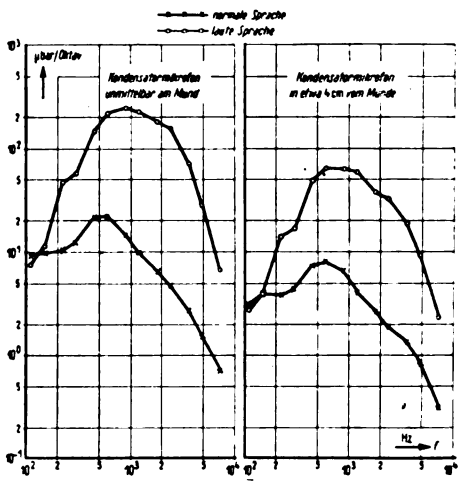


Abb. 2. Oktavsiebanalysen von Sprache.

Weiter wurde untersucht, wie sich die spektrale Zusammensetzung der Sprache beim lautesten Sprechen gegenüber der normalen Sprechstärke ändert. Die Ergebnisse zeigen die Oktavsiebspektrogramme in Abb. 2.

*) Nach einem Vortrag, gehalten vor dem VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg am 8. 4. 1937 (Fachgebiet „Leitungstelegraphie u. -telephonie"); Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium des Wernerwerkes der Siemens & Halske AG.

Digitized by Google

Das gleiche kleine Kondensatormikrophon wurde wieder einmal unmittelbar an den Mund, das anderemal in etwa 4 cm Abstand gehalten. Wie man sieht, ändert sich die spektrale Zusamensetzung ganz erheblich, und zwar derart, daß bei lauter Sprache die höheren Komponenten viel stärker auftreten als bei normaler. Die Redewendung „mit gehobener Stimme sprechen" hat somit ihre tiefere Bedeutung. Die Wichtigkeit dieser hohen Komponenten wird später noch deutlicher in Erscheinung treten.

Aus den Oktavsiebspektrogrammen der Abb. 2 kann noch die Sprachlautstärke berechnet werden. Die Werte sind zusammen mit Messungen von v. Braunmühl und Weber [7] in der folgenden Tafel zusammengestellt.

	Sprechlautstärke		
	unmittelbar am Mund Phon	in 2 cm Abstand vom Mund Phon	in 4 cm Abstand vom Mund Phon
bei normaler lauter Sprache	105	103	95
bei sehr lauter Sprache .	125	120	115

Aufschluß über den Aufbau des Schallfeldes um den Kopf geben uns Untersuchungen von Trendelenburg [8] über die Richtwirkung der Sprache. Danach haben die hohen Komponenten, also die Formanten des Vokals i, eine ausgeprägte Richtwirkung; die tiefen Vokalformanten, z.B. das u, werden dagegen praktisch ungerichtet in Form einer Kugelwelle abgestrahlt. Die Schalldruckabnahme mit der Entfernung muß in diesem Falle umgekehrt proportional dem Besprechungsabstand gehen. Diese Folgerung wird durch v. Braunmühl und Weber [7] bestätigt, die durch ausführliche Messungen die Schalldruckabnahme mit dem Besprechungsabstand ermittelt und dabei gefunden haben, daß die tiefen und mittleren Frequenzen recht genau reziprok dem Besprechungsabstand sind, die höheren dagegen etwas langsamer abnehmen. Ähnliche, allerdings nicht so umfangreiche Angaben stammen von Wurdel [9], der eine quadratische Abnahme der gesamten Sprachintensität, also ebenfalls eine lineare des Schalldruckes, festgestellt hat.

IV. Beeinträchtigung des Hörens durch Lärm.

Bekanntlich wird ein leiserer Ton durch einen lauteren verdeckt. Die Größe dieser Verdeckung haben Wegel und Lane [10] gemessen und dabei gefunden, daß bei größeren Lautstärken hohe Töne durch tiefe bedeutend stärker verdeckt werden als umgekehrt. Haben wir also einen Lärm, der starke, tiefe Frequenzen enthält, so wird durch diesen praktisch der ganze Hörbereich von den tiefen bis zu den hohen Frequenzen verdeckt; der Lärm wirkt sich also so aus, als ob unsere Hörschwelle zu höheren Werten verschoben worden wäre. Der gesamte verfügbare Lautstärkenbereich unseres Ohres wird durch die Anwesenheit des Lärms somit erheblich eingeschränkt.

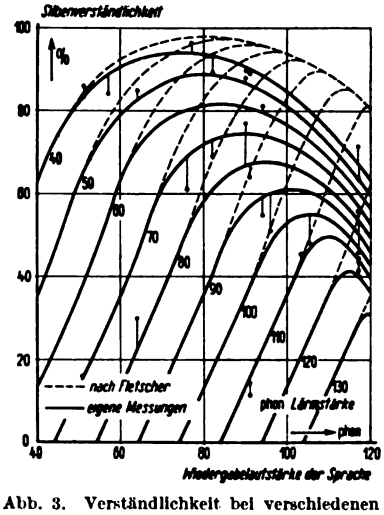


Abb. 3. Verständlichkeit bei verschiedenen Lärmstärken.

Ein Maß für die Beeinflussung beim Hören von Sprache kann die Änderung der Silbenverständlichkeit sein. Eine Silbenverständlichkeitsmessung wird bekanntlich so durchgeführt, daß zusammenhanglose gesprochene Silben von einer Anzahl von Hörern aufgeschrieben werden; die Anzahl der richtig verstandenen Silben ist dann ein Maß für die Güte der Sprechverbindung. In welcher Weise nun die Silbenverständlichkeit durch Lärm beeinflußt wird, hat Fletcher [11] gezeigt. Seine Überlegungen berücksichtigen aber nur die Verdeckungserscheinungen. Daher war zu vermuten, daß bei größten Lärm- und Sprachstärken wegen der nichtlinearen Verzerrungen des Ohres [12] Abweichungen auftreten werden; diese Vermutung konnte auch bereits durch Messungen [6] bestätigt werden.

Auf Grund zahlreicher neuerer Messungen wurde in Abb. 3 die Silbenverständlichkeit in Abhängigkeit von der Sprachlautstärke für Lärmstärken von 40 bis 130 Phon dargestellt. Als wesentlicher Unterschied gegen Fletcher — die Fletcherschen Kurven wurden in der neueren Darstellung nach v. Braunmühl und Weber [7] gestrichelt eingezeichnet — wurde bei großer Wiedergabelautstärke der Sprache eine merklich geringere Silbenverständlichkeit gemessen*).

Der auf unser Ohr einwirkende Lärm setzt sich aus zwei Anteilen zusammen. Einmal hören wir den vorhandenen Raumlärm, der durch besonders ausgebildete Hörmuscheln mehr oder weniger geschwächt ist; dazu kommt der durch das Telephon zusammen mit der Sprache wiedergegebene Lärm, der von sämtlichen am Gespräch beteiligten Mikrophonen aufgenommen wird. Überwiegt der erstere Anteil, dann kann die Wiedergabelautstärke der Sprache ohne Beeinflussung des Lärms durch dämpfende oder verstärkende Mittel auf den optimalen Wert eingestellt und die zu erwartende Silbenverständlichkeit der Abb. 3 entnommen werden.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn der zweite Anteil überwiegt, also z. B. aus einem stark lärmgestörten Raum nach einem ruhigen gesprochen werden soll. In diesem Fall kann das Verhältnis Sprache zu Lärm durch eine Schwächung oder Verstärkung nicht verändert werden, sondern wir müssen mit einem konstanten, vorgegebenen Wert rechnen. Dementsprechend wurden die Kurven in Abb. 4 derart umgezeichnet, daß als Parameter nicht mehr eine konstante Lärmstärke, sondern ein konstantes Verhältnis Sprache zu Lärm benutzt wurde. Man erkennt, daß in allen Fällen, wo der Lärm höchstens gleich laut der Sprache ist, die Verständlichkeit mit zunehmender Wiedergabelautstärke abnimmt. Es empfiehlt sich also bei verhältnismäßig geringer Wiedergabelautstärke abzuhören. Abb. 4 gibt auch die Bestätigung einer bereits früher gemachten Beobachtung, daß man bei einer unmittelbaren Mund-zu-Ohr-Verständigung im Lärm in vielen Fällen bei zugehaltenen Ohren besser versteht.

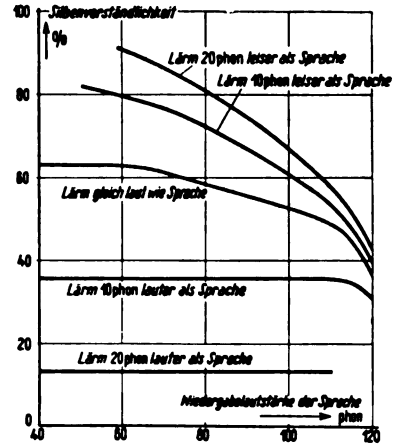


Abb. 4. Verständlichkeit bei konstantem Verhältnis Sprachstärke zu Lärmstärke.

*) Als Angabe für die Genauigkeit der Messungen mag dienen, daß von 38 Punkten 7 eine größere Abweichung als ± 10 % gegen den Mittelwert zeigten; diese Werte wurden nicht eingetragen. Ebenso wurden Messungen mit einer kleineren Verständlichkeit als 10 % nicht berücksichtigt, da die Punkte zu stark von kleinen unvermeidlichen Änderungen des Lärms oder der Sprache abhängen. Endlich mußte die Anlaufzeit des Meßtrupps berücksichtigt werden. Erst nach einer bestimmten Gewöhnung werden etwa gleichbleibende Werte erhalten. Auf diese Gewöhnung sind auch die Abweichungen gegen eine frühere Veröffentlichung [6] zurückzuführen.

Digitized by Google

V. Einfluß von Verzerrungen.

Hier müssen wir zwischen linearen und nichtlinearen Verzerrungen unterscheiden. Zu den ersteren gehört jegliche Art von Frequenzbandbeschneidung. Bekanntlich bringt eine Beschneidung des Frequenzbandes bei Sprachübertragung erst verhältnismäßig spät eine merkliche Änderung der Silbenverständlichkeit mit sich [11]. Wie aus Abb. 2 ersichtlich, sind bei lautem Sprechen besonders die hohen Komponenten wichtig. Man wird daher für eine Verständigung im Lärm besonders auch auf die hohen Frequenzen Wert legen. Eine Schwächung der tiefen dagegen, vor allem wenn der Lärm sehr starke, tiefe Komponenten erhält, ist durchaus zweckmäßig. Nichtlineare Verzerrungen dagegen sind in allen Fällen schädlich. Während eine nichtlineare Verzerrung der Sprache allein einen verhältnismäßig geringen Einfluß auf die Verständlichkeit hat, nimmt diese bei Anwesenheit von Lärm erheblich ab. Natürlich hängt die Abnahme auch stark vom Verhältnis Sprache zu Lärm ab. Bei einem um 18 Phon lauteren Lärm wurde nur noch knapp die halbe Silbenverständlichkeit erzielt, wenn Lärm und Sprache durch einen nichtlinear arbeitenden Verstärker mit etwa 30 % Klirrfaktor verzerrt wurden. Diese starke Beeinträchtigung ist darauf zurückzuführen, daß durch die gleichzeitige Verzerrung von Sprache und Lärm eine gegenseitige Modulation [13] stattfindet.

VI. Anforderungen an Mikrophon und Mikrophoneinsprachen.

Wie bereits eingangs erwähnt, war man bemüht, die Handapparate so kurz wie möglich zu bauen, um ein günstiges Verhältnis Sprache zu Lärm zu erzielen. Ein weiteres Mittel, die Lärmaufnahme eines Mikrophons zu vermindern, wurde eben angedeutet. Wie unsere Erfahrungen gezeigt haben, läßt sich durch eine zweckmäßige Beeinflussung des vom Mikrophon aufgenommenen Frequenzbandes vor allem nach den Tiefen Besserung erzielen. Die Lärmspannung wird verringert, die Klangfarbe der Sprache hierdurch zwar auch etwas verändert, die Verständlichkeit aber merklich gebessert. Wichtig sind hierbei die hohen Frequenzen um 2 bis 3000 Hz, die der Sprache einen metallischen Charakter verleihen. Es wurde auch bereits vorgeschlagen, die Lärmspannung durch Kompensation zu vermindern. v. Braunmühl und Weber (7, 14) haben in letzter Zeit derartige Druckgradientenempfänger untersucht.

Aus Abb. 2 war zu ersehen, daß der Schalldruck der lauten Sprache etwa zehnmal so groß ist als der der üblichen. Diese große Sprachstärke muß das Mikrophon noch unverzerrt wiedergeben. Für ältere Anlagen mit bereits wesentlichen Lärmstärken wurde eine besondere Mikrophoneinsprache zu diesem Zweck geschaffen. Bei dieser Einsprache wurde durch die kleine schlitzförmige Einsprechöffnung die Beaufschlagung der hinter der Einsprache angebrachten Mikrophonkapsel herabgesetzt. Eine weitere Verminderung wird durch ein im unteren Teil des Schlitzes angeordnetes akustisches Dämpfungsfilter erreicht. Zwischen Einsprache und Mikrophon sitzt noch eine Glimmermembran. Bei einem neueren, in Abb. 5 dargestellten Handapparat wird die Herabsetzung der Mikrophonbeaufschlagung nicht durch eine von der Mikrophonkapsel getrennte Einsprache erzielt. Die entsprechenden den Schall vermindernden Mittel, ein durch eine Vormembran abgeschlossenes Luftpolster vor dem eigentlichen Mikrophon, sind mit diesem zu einer Einheit verbunden. Das eigentliche Mikrophonsystem dagegen ist in beiden Fällen das gleiche.

Während bisher nur die Besprechungsmikrophone behandelt wurden, muß nun noch auf die Berührungsmikrophone eingegangen werden. Bei ihrer Entwicklung ging man von dem Gedanken aus, ein Mikrophon zu schaffen, das lediglich Körperschall aufnehmen soll, nämlich die Sprachschwingungen des Halses oder Kopfes, dagegen für Luftschall, also den Lärm, weitgehend unempfindlich ist. Ein gutes Berührungsmikrophon nimmt nur noch den über den Kopf oder Hals übertragenen Lärm auf. Sein mechanischer Eingangswiderstand muß dem des Kopfes angepaßt werden und ist demnach wesentlich größer als der eines Besprechungsmikrophons. Das eigentliche Mikrophonsystem kann bei beiden gleich gebaut sein.

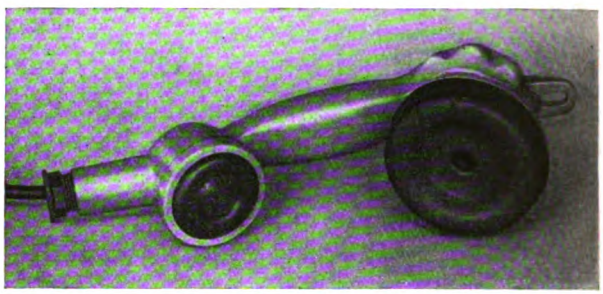


Abb. 5. Handapparat für geräuscherfüllte Räume.

Bei näherer Untersuchung der Berührungsmikrophone hat man sehr bald festgestellt, daß sie besonders die tiefen Sprachfrequenzen bevorzugen, wogegen die Konsonanten mit ihren hohen Komponenten nur schlecht wiedergegeben werden. Näheren, allerdings mehr qualitativen Aufschluß geben Untersuchungen von Krüger und Willms [15], die mit einem besonderen dynamischen Berührungsmikrophon die Vokale oszillographierten, wie man sie beim Abgriff an Kehlkopf, Wange und Stirn bekommt. Zum Vergleich wurden die Vokale auch mit einem üblichen Luftschallmikrophon aufgezeichnet. Dabei zeigte sich, daß vor allem am Kehlkopf charakteristische Komponenten, die durch die Mund- und Nasenhöhle durch Resonanz hervorgehobenen Sprachformanten, fehlen. Krüger und Willms haben in Übereinstimmung mit unseren Erfahrungen auch festgestellt, daß eine gewisse elektrische Entzerrung vorteilhaft ist.

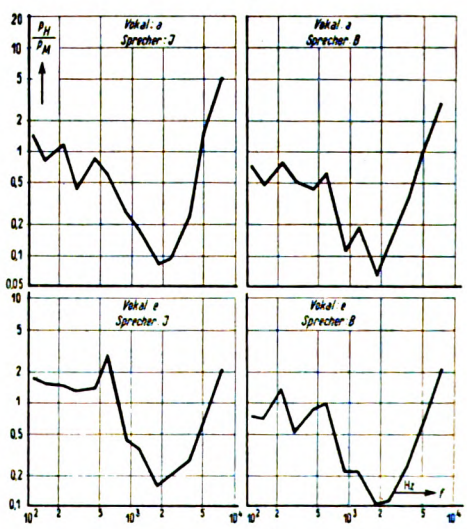


Abb. 6. Frequenzcharakteristik des Halses für Vokale a, e.

Wir haben nun diese Untersuchungen weiter ausgebaut und dabei quantitative Unterlagen erhalten. Zu diesem Zweck wurde ein magnetisches Berührungsmikrophon absolut geeicht, indem es mit Hilfe einer besonderen Vorrichtung mit bestimmter Schnelle erregt und dabei die Mikrophonspannung gemessen wurde. Durch das so gemessene Übertragungsmaß, ausgedrückt in mV je cm/s, und den mechanischen Widerstand, der sich aus Mikrophonmasse, Membransteifigkeit und der gemessenen Resonanzüberhöhung ausrechnen läßt, ist das Mikrophon

Digitized by Google

vollkommen definiert. Mit diesem Mikrophon wurden nun wiederum Oktavsiebspektrogramme aufgenommen, wobei das Mikrophon am Kehlkopf anlag; gleichzeitig wurde mit einem Kondensatormikrophon unmittelbar am Mund der Luftschall ebenfalls mit einem zweiten Oktavsieb analysiert. Aus dem Verhältnis der beiden Mikrophonspannungen lassen sich dann bereits wertvolle Schlüsse über die Eigenschaften der Kehlkopfsprache ziehen.

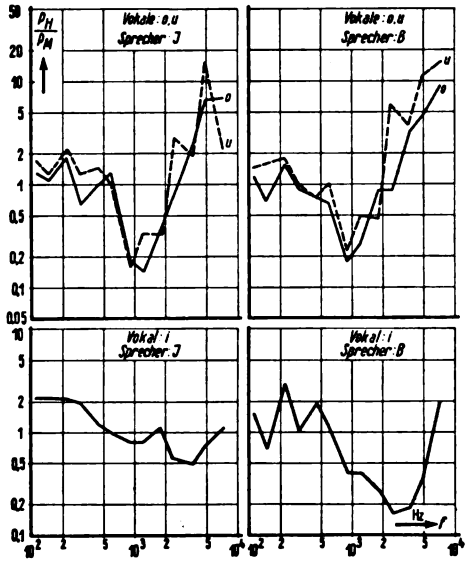


Abb. 7. Frequenzcharakteristik des Halses für die Vokale o, u und i.

Besser ist eine andere allgemein gültige Darstellung der Meßergebnisse. Aus den bekannten Mikrophondaten sowie unter Berücksichtigung der mitschwingenden Halsmasse und -dämpfung kann aus der Spannung des Berührungsmikrophons die im Kehlkopf wirksam werdende Kraft berechnet werden. Die Halsmasse und -dämpfung wurden zu diesem Zweck aus der Rückwirkung auf einen bekannten mechanischen Resonator ermittelt. Als Maß für den Unterschied zwischen normaler und Kehlkopfsprache kann also das Verhältnis Schalldruck im Kehlkopf p_H zu Schalldruck am Mund p_M angegeben werden.

Nun zu den Ergebnissen dieser Untersuchungen. Zunächst mußten wir feststellen, daß der Frequenzgang des Halses für die Vokale anders aussieht als für die Konsonanten. Diese Verschiedenheit ist verständlich, wenn wir uns die Sprachbildung vergegenwärtigen. Im Kehlkopf entsteht durch Schwingungen der Stimmbänder zunächst ein sehr obertonreicher Klang, der dann durch die Mund- und Nasenhöhlenresonanz ganz erheblich verändert wird; durch die letzteren werden die sogenannten Sprachformanten gebildet, während die höheren Frequenzen unterdrückt werden. Welchen Gang haben wir dann bei unseren Messungen zu erwarten? Im Gebiet des Grundtones ist kein großer Unterschied zwischen Schalldruck im Kehlkopf und dem am Mund zu erwarten; im Gebiet der Sprachformanten dagegen, die ja erst in der Mundhöhle entstehen, wird das Druckverhältnis kleiner als 1 sein, und bei den höheren Frequenzen nun endlich, die sich im Luftraum von Mund und Nase ausgleichen können und daher schlechter abgestrahlt werden, muß das Druckverhältnis wieder ansteigen. Tatsächlich ist bei allen Vokalen dieser Gang festzustellen. Abb. 6 zeigt die Kurven für die Vokale a und e, Abb. 7 für die Vokale o, u und i.

Bei den Konsonanten liegen die Verhältnisse einfacher. Soweit sie bereits durch Verschlußlaute der Stimmritze entstehen, ist kein großer Unterschied zu erwarten. Die Verschluß- und Zischlaute jedoch, die in der Mundhöhle oder gar erst an den Lippen und Zähnen sich bilden, werden dagegen sicher viel schlechter am Kehlkopf wiedergegeben als am Mund, denn in diesem Fall liegt ja die Mundhöhle vor dem Kehlkopf; unser Druckverhältnis wird mit höheren Frequenzen also wahrscheinlich immer kleiner werden und nicht mehr wie bei Vokalen den Wert 1 erreichen oder gar übersteigen. Abb. 8 gibt die Konsonanten f und sch, ebenfalls an zwei Beobachtern gemessen, wieder und bestätigt unsere Vorstellung.

Wir sind uns darüber im klaren, daß mit diesen Messungen erst der Anfang gemacht ist für eine einwandfreie Festlegung der Anforderungen, die an Berührungsmikrophone und zugehörige Verstärker hinsichtlich ihres Frequenzganges zu stellen sind. Immerhin wurden aber, wie Messungen von Krüger und Willms [15] gezeigt haben, mit hochwertigen Berührungsmikrophonen in betriebsmäßigen Anlagen bereits Silbenverständlichkeiten von etwa 40 % erreicht, während in alten Anlagen mit 10 % gerechnet wurde.

Zum Abschluß ist vielleicht noch eine kurze Gegenüberstellung von Besprechungs- und Berührungsmikrophonen am Platze. Vom akustischen Standpunkt ist diese sehr einfach. Besprechungsmikrophone geben zur Zeit eine bessere Sprachqualität als Berührungsmikrophone, nehmen aber mehr Geräusche auf. Außerdem sind Besprechungsmikrophone gegen Wind störungsanfälliger als die gut anliegenden Berührungsmikrophone. Neben diesen

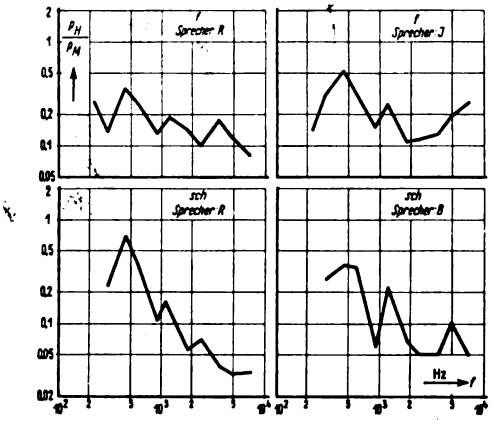


Abb. 8. Frequenzcharakteristik des Halses für Konsonanten f, sch.

rein akustischen Gesichtspunkten spielt in vielen Fällen auch die Art der Anbringung eine Rolle. Nach unseren Erfahrungen lassen sich Berührungsmikrophone leichter und mit besserem Sitz am Kopf oder Hals anbringen als Besprechungsmikrophone.

VII. Anforderungen an Fernhörer und Ohrabdichtung.

Zunächst ist es selbstverständlich, daß Fernsprechgeräte für Lärm und Wind mit zwei Hörern ausgerüstet werden müssen. Bei Wandstationen wird, wie Abb. 9 zeigt, ein zweiter Hörer vorgesehen. Natürlich können die beiden Fernhörer auch z. B. in Fliegerkappen eingebaut werden. Die Kappe braucht durch diesen Einbau nicht unförmig werden. Fernhörer und Berührungsmikrophon bilden eine geschlossene Einheit, die leicht aufgesetzt werden kann und bei richtiger Bauart auch einen guten Sitz gewährt.

Die an einen Fernhörer für Verwendung in Lärm zu stellenden Anforderungen sind nach dem Vorhergesagten schnell zusammengestellt. Zunächst muß er in der Lage sein, die geforderte große Sprachlautstärke ohne unzulässige nichtlineare Verzerrungen abzugeben. Weiterhin ist auf eine gute Wiedergabe der hohen Frequenzen zu achten. Endlich werden bei großem Lärm zweckmäßig besondere Mittel zur Ohrabdichtung, wie etwa Gummimuscheln, vorgesehen. Die überhaupt mögliche beste Ohrabdichtung kann nach folgenden Überlegungen ermittelt werden. Auf unser Innerohr kann auf zwei Wegen Schall einwirken, einmal auf dem normalen über Trommelfell

Digitized by Google

und Gehörknöchelchen oder aber durch Körperschall über unsere Schädelknochen. Nach Messungen von Wegel und Lane [9] wird der nur einem Ohr zugeführte Schall durch Knochenleitung auch auf das andere übertragen; er wird dabei um einen Faktor 10^2 bis 10^3 geschwächt. Bei dieser Art Schallzuführung beträgt die Dämpfung durch Knochenleitung somit 40 bis 60 db. Wegel und Lane erwähnen aber bereits, daß sie bei anderer Art Schallzuführung andere Werte erhalten.

Eingehendere Untersuchungen über Art und Größe der Knochenleitung stammen von v. Békésy [16]. Für unsere Frage wichtig sind zwei Feststellungen. Bei vollkommen geschlossenem Gehörgang wird ein Knochenleitungston um etwa 4 db lauter gehört als bei offenem. Wird auf das Trommelfell ein Gleichdruck ausgeübt, dann wird bei offenem Gehörgang der Luftleitungston erheblich stärker geschwächt als der Knochenleitungston.

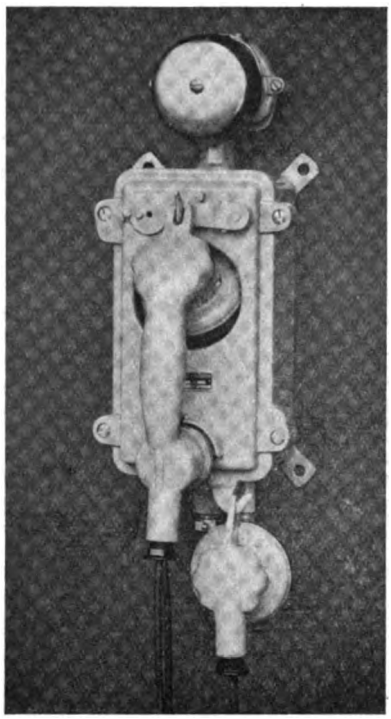


Abb. 9. Fernsprechstation für die Verwendung im Lärm.

Die bei absolutem Ohrabschluß erzielbare Dämpfung des Lärms, die ja durch die Größe der Knochenleitung gegeben ist, kann für unseren Fall, wo der Schädel durch Luftschall erregt wird, nur aus den Messungen von Wegel und Lane entnommen werden. Sie dürfte bei 40 db liegen. Aus den Untersuchungen von Békésy dagegen müssen wir die Lehre ziehen, daß das Volumen zwischen Telephonmembran und Gehörkanal nicht zu klein gegen das Volumen des letzteren sein darf, um die Lautstärkenerhöhung des Knochenleitungstones durch Kompression des Gehörkanals zu vermeiden, vor allem da diese Erhöhung gerade bei den wichtigen Sprachkomponenten bis etwa 2000 Hz liegt. Weiter müssen wir peinlich darauf achten, keinen Gleichdruck auf unser Trommelfell auszuüben, da hierdurch das Verhältnis Luftleitungston zu Knochenleitungston, für uns also Sprachlautstärke zu Lärmlautstärke, ungünstig beeinflußt wird. Gerade diese letzte Forderung ist sehr schwer mit einem vollkommen dichten Ohrabschluß zu vereinbaren. Der dichte Ohrabschluß ist aber wieder notwendig, um das Ohr gegen die tiefen Frequenzen des Luftschalles genügend abzuschirmen. Mit diesen Forderungen muß schließlich noch der Wunsch nach einem bequemen Sitz am Ohr vereinbart werden.

Zusammenfassung.

Unsere Gehör- und Sprachorgane sind auf das beste aufeinander abgestimmt. Das bedingt aber, daß wir uns auch im größten eben noch erträglichen Lärm gerade noch verständigen können. Allerdings müssen wir uns aus nächster Nähe in die Ohren schreien. Diese unmittelbare Mund-zu-Ohr-Verständigung ist aber mühevoll und strengt derart an, daß sie auf die Dauer zur Unmöglichkeit wird. Der Aufsatz zeigte, daß mit den Mitteln der neuzeitlichen Fernsprechtechnik unsere Gehör- und Sprachorgane so weit entlastet werden können, daß ohne übermäßige Anstrengungen auch im größten Lärm eine durchaus hinreichende Verständigung erzielt werden kann.

Schrifttum.

1. W. C. Jones und A. H. Inglis, The Development of an Handset for Telephone Stations. Bell Syst. techn. J. 11 (1932) S. 245.
2. H. J. Lurk, Ermittlung der Maße eines der häufigsten Kopfform angepaßten Handapparates unter Zuhilfenahme einer neuen Meßapparatur. Z. Fernmeldetechn. 15 (1934) S. 49.
3. H. Barkhausen, Z. techn. Phys. 7 (1926) S. 599.
4. G. v. Békésy, Über die Hörschwelle und Fühlgrenze langsamer sinusförmiger Luftdruckschwankungen. Ann. Phys., Lpz. 26 (1936) S. 554.
5. H. G. Thilo und U. Steudel, Analyse von Geräuschen und ihr Zusammenhang mit der Lautstärke. Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Nachrichtentechnik 5 (1935) 1. Folge, S. 39.
6. C. A. Hartmann und W. Janovsky, Verständigung in geräuschvollen Räumen. Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 580.
7. H. J. v. Braunmühl und W. Weber, Beitrag zur Frage der Sprachübertragung aus geräuscherfüllten Räumen. Elektr. Nachr.-Techn. 13 (1936) S. 414.
8. E. Trendelenburg, Z. techn. Phys. 10 (1929) S. 558.
9. G. Wurdel, Neue Erkenntnisse über das Fernsprechen in geräuschgestörten Räumen, insbesondere in den Dieselmotoren-Räumen von Schiffen, bei richtiger Anwendung der akustischen Gesetze. Vortrag auf der 36. Ordentlichen Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin, 20. bis 23. 11. 1935.
10. R. L. Wegel und C. E. Lane, The Auditory Masking of one Pure Tone by Another and its Probable Relation to the Dynamics of the Inner Ear. Phys. Rev. 23 (1924) S. 266.
11. H. Fletcher, Speech and Hearing. New York 1929.
12. G. v. Békésy, Über die nichtlinearen Verzerrungen des Ohres. Ann. Phys., Lpz. 20 (1934) S. 809.
13. W. Janovsky, Die Hörbarkeit von Verzerrungen. Elektr. Nachr.-Techn. 6 (1929) S. 421. Über den Zusammenhang zwischen Schallempfindung und Schallreiz und seinen Einfluß auf die Hörbarkeit von Verzerrungen. Z. techn. Phys. 12 (1931) S. 611.
14. H. J. v. Braunmühl u. W. Weber, Kapazitive Richtmikrophone. Z. Hochfrequenztechn. 46 (1935) S. 187.
15. K. Krüger und W. Willms, Versuche zur Verbesserung von Telephonieanlagen für geräuscherfüllte Räume. Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 585.
16. G. v. Békésy, Zur Theorie des Hörens bei der Schallaufnahme durch Knochenleitung. Ann. Phys., Lpz. 13 (1932) S. 11.

Ein neues Elektrofilter.

621. 319. 5

Bei dieser Einrichtung[1]) zur Entfernung von Schwebeteilchen aus Gasen wird die Unterteilung in eine Ionisierungszone zur Aufladung der Schwebeteilchen und eine nachgeschaltete statische Abscheidungszone für die Niederschlagung der geladenen Teilchen angewendet. Die Sprühelektroden der Ladezone bestehen aus isoliert angeordneten dünnen Drähten quer zur Gasströmung und die Gegenelektroden aus geerdeten Zylindern parallel zu den Drähten. Die Speisung erfolgt mit 12 000 bis 15 000 V Gleichstrom, der einem am Filter angebauten Glühkathoden-Gleichrichter entnommen wird. Die Abscheidezone enthält, wie ein Luftkondensator, in geringem Abstand parallel nebeneinander angeordnete Platten. Die halbe Zahl der Platten ist geerdet, die andere Hälfte ist isoliert befestigt und an Gleichspannung von etwa 5000 V desselben Gleichrichters angeschlossen. Das Gas strömt zwischen den Platten hindurch.

Das Filter, dessen besondere Merkmale in der Verwendung der dünnen Sprühdrähte, kleiner Gleichspannung und der Aufteilung in Lade- und Abscheidezone liegen, erfordert einen geringen Leistungs- und Raumbedarf und zeichnet sich durch eine so geringe Entwicklung von Ozon und nitrosen Gasen aus, daß diese ohne Nachteil für die menschlichen Atmungsorgane sind. Deshalb kann das Filter auch für die Luftreinigung in Aufenthaltsräumen von Menschen verwendet werden, sowohl in allgemein hygienischer Richtung zur Luftreinigung von Staub und Rauch als auch zur Bekämpfung von Asthma und Heufieber (durch die schwache Ozonerzeugung), weiterhin um ein Verschmutzen der Wände und Vorhänge in Wohnungen zu vermeiden und zum Schutz von empfindlichen Geräten und Waren. Hauptsächlich kommt das Filter in Frage, wenn Luft von feinen Schwebeteilchen in geringer Konzentration gereinigt werden soll. Der Reinigungsgrad kann dabei je nach Aufwand bis zur fast vollkommenen Entfernung aller Schwebeteilchen gesteigert werden. Anm. d. Ber.: Derartige Elektrofilter werden auch in Deutschland von zwei Firmen sowohl für industrielle Zwecke als auch für die Anwendung bei Innenräumen gebaut.

C. H.

[1]) Electr. Engng. 56 (1937) S. 159; 5 S., 9 Abb.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 314. 21. 062 : 621. 316. 925. 45 **Der Einfluß der Transformator-Stern-Dreieck-Schaltung auf den Distanzschutz der Hochspannungsleitungen gekuppelter Netze.** — Der Aufsatz zeigt, daß die Schutzeinrichtungen, besonders die Reaktanzrelais bei Distanzschutzeinrichtungen der Freileitungen, zu Fehlauslösungen in durch Transformatoren gekuppelten Netzen führen können, wenn diese Kupplungstransformatoren entsprechend der Schaltgruppe C und D geschaltet sind. Die Fehlauslösungen treten bei zweipoligem und bei Doppelerdschluß in dem vom Fehler nicht betroffenen, aber den Fehler speisenden Netze auf. Die Schaltgruppen A und B zeigen diesen Mangel nicht. Bei dreipoligem Kurzschluß sind alle Schaltgruppen ohne Einfluß auf Fehlauslösungen. Für den Schutz der Leitungen schlägt der Verfasser als Abhilfe den Einbau besonderer Blockierungsrelais vor, welche einesteils unterscheiden, ob der Kurzschluß oder Doppelerdschluß diesseits oder jenseits des Transformators liegt, und dementsprechend den Schutz zur Auslösung freigeben oder blockieren. Zwei Lösungen werden erwähnt:

1. In sechs Waagebalkenrelais wird in drei Gruppen paarweise jeder der drei Phasenströme mit seinem benachbarten verglichen.
2. Drei wattmetrische Relais kommen zur Anwendung, welche entsprechend den mitläufigen bzw. gegenläufigen symmetrischen Drehstromsystemen bei negativer Wirkleistung Kontakte schließen und die Sperrung des Schutzes nur dann herbeiführen, wenn zwei Relais ansprechen. Demnach werden Vergleichsverfahren angewendet und keine Intensitätseinrichtungen, welche unter gewissen Voraussetzungen unrichtig arbeiten.

Bei nur einseitiger Speisung einer Freileitung müssen für den Fall des Doppelerdschlusses die Blockierungseinrichtungen wegen der möglichen Stromverteilung in nur einer Phase mit einer weiteren, z. B. durch den Unsymmetriestrom betätigten Hilfseinrichtung ausgerüstet werden, um zu verhindern, daß die Sperrelais in nur einer Phase betätigt werden und somit unrichtig arbeiten würden.

Werden zum Schutz des Kupplungstransformators selbst ebenfalls Distanzschutzeinrichtungen verwendet, so sind auch hier besondere Vorkehrungen zu treffen. Der Verfasser schlägt vor, drei Distanzrelais zu verwenden, welche Unterimpedanzanregung und Meßglieder nach dem Distanzprinzip besitzen, wobei Umschaltekontakte im Spannungskreis der Meßglieder von den Anregegliedern gesteuert werden, und zwar derart, daß bei Fehlern im Transformatorenabzweig eine Auslösung nach kurzer Zeit, bei Fehlern im benachbarten Leitungsabschnitt eine richtige Messung der Fehlerimpedanz und somit eine Auslösung nur nach der Staffelzeit erfolgt. Die Überlegungen gelten für alle Arten von Distanzrelais unabhängig von deren besonderen Eigenschaften, also für Impedanz-, Zeitstufen-, Schnelldistanzschutz und alle anderen Relais nach dem Distanzprinzip. [E. Groß, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 333; 6 S., 9 Abb.] *Klö.*

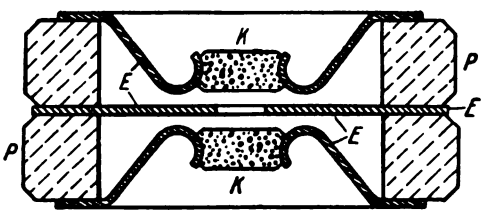
621. 315. 17. 056. 3 **Über Schwingungen von Freileitungsseilen.** — Die vom Wind erregten Schwingungen der Freileitungsseile erfordern erhöhte Aufmerksamkeit, da viele Seile bereits infolge von Schwingungsermüdungen gebrochen sind. Bei Wind bildet sich hinter dem Seil die sogenannte von Kármánsche Wirbelstraße, die bei Zusammentreffen der Wirbel mit einer Seilfrequenz Schwingungen entstehen läßt. Bezeichnet v die Windgeschwindigkeit und d den Seildurchmesser, so ergibt sich die bekannte Beziehung für die Schwingungszahl je Sekunde $f = \frac{0{,}2\,v}{d}$. Weiter errechnet sich die Wellenlänge λ aus der sogenannten Seitenformel

$$\lambda = 2{,}5\,\frac{d}{v}\sqrt{\frac{\sigma}{\varrho}}\,.$$

Darin bezeichnet σ die Seilspannung und ϱ die Dichte. Bei Versuchen wurde ermittelt, daß die theoretische Zahl 2,5 nicht ganz zutrifft, sondern in Wirklichkeit 2,05 beträgt. Um ein Bild für die Schwingungsgefährdung der Leitung zu bekommen, ist es nötig, die Zahl der Schwingungen zu kennen. Bisher wurden vielfach zur angenäherten Ermittlung der Schwingungszahlen sogenannte „Rekorder" verwendet, bei denen ein Schreibstift mit einem Horizontalpendel verbunden ist und die Schwingungen auf einen Diagrammstreifen schreibt, der von einem Uhrwerk in Bewegung gesetzt wird. Die Zahl der Schwingungen und Größe der Schwingungsweiten kann aus dem sehr eng beschriebenen Diagrammstreifen nicht abgelesen werden. Jaquet schlägt daher einen Schwingungszähler vor, auf dem die Zahl der Schwingungen unmittelbar abgelesen wird. Der Zähler enthält ein waagerechtes, federnd aufgehängtes Pendel mit geringer Eigenfrequenz; die Relativbewegung zwischen Pendelmasse und Gehäuse wird mechanisch auf ein Zeigerwerk übertragen. Der Zähler spricht auf Ausschläge an, die größer als $\pm$ 0,7 mm sind. Durch Veränderungen des Mechanismus kann der Empfindlichkeitsgrad noch höher oder tiefer eingestellt werden. Versuche mit künstlich erzeugten Schwingungen im Frequenzbereich von 4 bis 100 Hz haben erwiesen, daß der Zähler einwandfrei arbeitet. [E. Jaquet, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 200; 3½ S., 6 Abb.] *Bks.*

Geräte und Stromrichter.

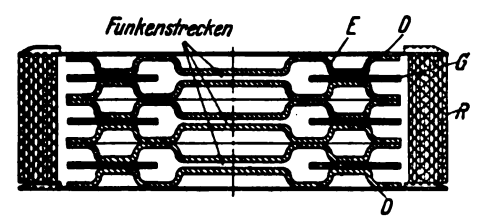
621. 316. 933 **Neuartiger Überspannungsableiter.** — Der neu entwickelte Überspannungsableiter ist eine Verbesserung des bekannten Autovalve-Ableiters, indem diesem zwei voneinander unabhängige Teile verschiedenartiger Wirkungsweise als Schalt- und Löschventil zugefügt wurden. Das



E Metallelektroden *K* Karborundumeinsätze *P* Porzellanringe

Abb. 1. Schaltventil.

im Ableiter über der in einem mit Regenschutzschirmen versehenen, röhrenförmigen Isoliergehäuse untergebrachten Säule der Autovalveblocks angeordnete Schaltventil (Abb. 1) isoliert den Ableiter von der Leitung und besteht aus einer Reihenfunkenstrecke mit metallischen Elektroden *E*, die durch



D Deckel *E* Metallelektroden *G* Glimmerringe *R* Widerstandsring

Abb. 2. Löschventil.

Porzellanringe *P* voneinander getrennt sind. Die Elektroden haben zwecks Herabsetzung des Stoßverhältnisses einen gegen deren Wulstränder etwas zurückstehenden Mitteleinsatz *K* aus gekörntem Karborundum, so daß der Lichtbogen sich nur zwischen den einander gegenüberstehenden Elektrodenflächen und nicht zwischen den gegenüberliegenden Karborundumeinsätzen ausbilden kann. Das Löschventil (Abb. 2) ist im Fuß des röhrenförmigen Isoliergefäßes untergebracht und besteht ebenfalls aus einer Reihenfunkenstrecke mit tellerförmigen Metallelektroden *E*, die, paarweise durch Glimmerringe *G* voneinander isoliert, in einem die Spannungsverteilung

Digitized by Google

längs der Funkenstrecke vergleichmäßigenden Ring R aus Widerstandsstoff angeordnet sind, der durch metallische Deckel D abgeschlossen ist. Vermutlich durch Korona oder ähnliche Entladungen zwischen den Berührungspunkten der Glimmerringe G mit den Elektroden E ergibt sich eine starke Ionisierung und damit auch für das Löschventil ein niedriges, der Einheit angenähertes Impulsverhältnis.

Beim Auftreten einer 50 bis 75% über dem Scheitelwert der Nennspannung des Ableiters liegenden Überspannung erfolgt zunächst der Durchbruch des Schaltventils, so daß die volle Spannung auf das Löschventil entfällt. Mit weiterem Spannungsanstieg setzt bei 125 bis 150% über der Nennspannung der Durchbruch des Löschventils ein, worauf die Überspannung durch die Widerstandskörper der Autovalveblocks abgeleitet und auf einen ungefährlichen Wert begrenzt wird. Der nachfolgende, normalfrequente Wechselstrom von etwa 20 A durch die Autovalveblocks wird beim ersten Nulldurchgang durch das Löschventil und der noch verbleibende, unter 1 mA liegende Leckstrom über dessen Widerstandsring R schließlich durch das Schaltventil unterbrochen. [W. G. Roman, Electr. Engng. 56 (1937) S. 819; 4 S., 11 Abb.] *O. N.*

621. 314. 63 : 621. 355 **Ladung von Sammlerbatterien mit Trockengleichrichter.** — Die wegen der langen Lebensdauer und der geringen Wartung beliebten Trockengleichrichter eignen sich besonders gut zur Ladung der kleinen ortsfesten und ortsveränderlichen Sammlerbatterien, die vornehmlich in der Schwachstromtechnik Verwendung finden. Da im allgemeinen keine Vorschaltwiderstände gebraucht werden, so kann bei Selbstregelung die Ladung längere Zeit (bis zu 100 Stunden) andauern, besonders bei Zellen mit Masseplatten, bei denen die Ströme im Verhältnis zur Kapazität sehr niedrig sind. Um eine Überwachung durch Meßinstrumente zu vermeiden, ist es vorteilhaft, die Ladedauer auf Grund der Gleichrichter- und Batterie-Kennlinien im voraus zu bestimmen. Das gelingt mit genügender Genauigkeit mit einer einfachen Annahme über die Spannungserhöhung der Batterie, und zwar:

$$\frac{\mathrm{d}E_2}{\mathrm{d}t} = a\,i,$$

wo:

E_2 die EMK der Batterie,
i die augenblickliche Stromstärke,
a eine Konstante (Ω/h) ist, die von der Art der Zellen abhängt.

Dieser Ansatz gilt um so genauer, je länger die Ladung und je kleiner die Stromstärke gegen Ende derselben wird, was bei Trockengleichrichter mit Selbstregelung zutrifft. Die Berechnung des Stromverlaufs, der Ladezeit usw. ist sowohl für lineare wie für quadratisch darstellbare Gleichrichter-Kennlinien durchgeführt. Für den ersten Fall wird die Stromstärke durch ein Exponentialgesetz:

$$i = i_0\,\mathrm{e}^{-t/T},$$

die für die Aufladung der Strommenge Q notwendige Ladedauer durch den Ausdruck:

$$t = T \ln \frac{1}{1 - Q/i_0 T}$$

gegeben, wobei die Zeitkonstante $T = R/a$ ist (R Gesamtwiderstand des Stromkreises). Quadratische Kennlinien lassen sich durch einen Korrektionsfaktor berücksichtigen. Versuche mit Schreibinstrumenten bezeugen die Anwendbarkeit der Berechnung. [A. Avramescu, Bull. math. phys. Ec. politechn. Bukarest (1937) H. 1 bis 3; 9 S., 9 Abb.] *Vb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 42 **Ein neues Gerät zur Messung magnetischer Feldstärken.** — Für einen geforderten Sonderfall einer Magnetfeldmessung ließen sich die üblichen Verfahren (Tauchspule mit ballistischem Galvanometer oder Drehspule mit Spannungsmesser, die jeweils eine Verschiebung bzw. Drehbewegung eines Leiters erfordern) nicht anwenden. Der Verfasser kam nach mannigfaltigen Versuchen mit anderen Meßverfahren (auf der Grundlage des Hall-Effekts u. a.) zu der altbekannten, in der Praxis jedoch heute nur wenig benutzten Messung der Widerstandsänderung eines Wismutdrahtes zurück, die er zu einem technisch brauchbaren Verfahren ausbaute. Eins der anzustrebenden Hauptziele war dabei die Umgehung der bisher üblichen unmittelbaren Messung, die bei der geringen Größe des Effektes — einer Feldänderung von 1000 Oersted entspricht eine Widerstandsänderung von nur ½ bis 1% — empfindliche und umständliche Meßgeräte erforderte. Eine Zwischenschaltung von Verstärkern erwies sich als nicht zweckmäßig. Dagegen gelang eine Lösung der Aufgabenstellung und wesentliche Vereinfachung der Messung durch Verwendung einer Wismut-Doppelspirale, deren beide Hälften in die entgegengesetzten Zweige einer Wheatstoneschen Brücke eingeschaltet sind. Der bei Einbringen der Spirale in ein Feld durch den Nullzweig der Brücke fließende Strom kann dann als bequemes Maß für die Widerstandsänderung benutzt werden. Auch die zweite Fehlerquelle, die außerordentlich hohe Temperaturempfindlichkeit des Wismuts, konnte dadurch umgangen werden, daß die beiden anderen Zweige der Brücke aus einem Werkstoff mit einem dem Wismut, entgegengesetzten Widerstands-Temperaturkoeffizienten gewählt wurden. Ein nach diesen Gedanken gebautes Prüfgerät zur Messung magnetischer Felder zwischen $\mathfrak{H} = 500$ und 15 000 Oersted besteht demnach aus der Tastspule und dem mit ihr durch eine Leitungsschnur verbundenen Gerätekasten, in dem die Meßgeräte für den Gesamt-Brückenstrom und den Strom im Nullzweig untergebracht sind. Bei einer Belastung der Brücke mit 20 mA entspricht einer Feldänderung von 1000 Oersted eine Stromänderung von 2 mA. Die Ausführung der Doppelspirale, die verschiedenen Versuche und die gefundenen Lösungen zur Verringerung der Thermokräfte und die Eichung der Einrichtung werden ausführlich beschrieben. Ein gewisser, noch nicht beseitigter Nachteil des Gerätes liegt in der Abhängigkeit der Anzeige von der Differenz zwischen der Gebrauchstemperatur und der Temperatur, bei der die Eichung vorgenommen wurde; diese Abweichung beträgt etwa 0,75% je ° C und muß in einer Korrektur berücksichtigt werden. [G. S. Smith, Electr. Engng. 56 (1937) S. 441; 5 S., 8 Abb.] *Kmn.*

621. 317. 7 : 537. 212-96 **Ein selbstaufzeichnendes Feldstärkenmeßgerät hoher Empfindlichkeit.** — In der Hochfrequenztechnik kommt es heute mehr und mehr darauf an, die Senderfeldstärken bis herunter zu recht kleinen Werten zu messen. Anderseits besteht an geeigneten Geräten noch ein ziemlicher Mangel. M. Ziegler beschreibt ein Feldstärkenmeßgerät für den Wellenbereich von 10 bis 200 m. Das Gerät arbeitet mit einem Satz auswechselbarer Rahmen und kann auch mit Stabantennen benutzt werden. Die Empfindlichkeit reicht bis hinunter zu 1 μV/m. Sender und Empfänger sind zusammengebaut; das Gerät ist gedrungen und leicht transportabel ausgeführt. Die gesamte Eichschwächung liegt im Zwischenfrequenzteil des Empfängers, wird durch genau abgeglichene Drahtwiderstände von unabhängig von der Regelung gleichbleibendem Eingangs- und Ausgangswiderstand hergestellt und beträgt maximal 1 : 1000. Die Zwischenfrequenz wird mit einer Verbundröhre gleichgerichtet. Die Richtspannung eines der beiden Systeme wird dem sogenannten Indikatorrohr zugeführt, das nach Art des „überlastbaren Rohrvoltmeters" geschaltet ist, d. h. sein Anodenstrom wird von ursprünglich 5 mA bis auf Null heruntergesteuert. Das Instrument hat ebenfalls wie dort umgekehrten Nullpunkt, so daß sich der Zeiger mit steigendem Ausgang nach rechts bewegt. Diese Art der Ausgangsanzeige ist wegen ihrer Robustheit gerade hier besonders angezeigt. Der Oszillator wird in 5 Stufen umgeschaltet, sein Strom wird durch ein Thermokreuz beobachtet. Der Kopplungsgrad der Zwischenfrequenzfilter ist regelbar, so daß verschiedene Trennschärfe eingestellt werden kann. — Mit einer Stabantenne kann man Feldstärken bis herunter zu 0,1 μV/m nach einmaliger Eichung messen. Angaben über die Genauigkeit, absolut und relativ genommen, fehlen. Sie hätten besonders bei den kürzeren Wellen sehr interessiert, besonders da sich bei Feldstärkemeßgeräten verschiedene an sich kleine oft überraschende Fehlerquellen finden, deren Wirkungen sich addieren. [M. Ziegler, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 216; 7 S., 11 Abb.] *Kur.*

621. 317. 43 **Wattverlust-Prüfgerät für Blechstreifen.** — Für Entwicklungsarbeiten an Dynamo- und Transformatorenblechen ist man in den letzten Jahren allgemein von der früher üblichen Prüfung ganzer Epsteinbündel (10 kg) zur Messung einzelner Streifen übergegangen, wozu in Deutschland bereits Blechstreifen-Prüfapparate bekannt bzw. in Gebrauch sind. Ein allerdings nur für die Bestimmung von Wattverlusten entwickeltes Gerät gleicher Zielsetzung benutzt grundsätzlich das Jochverfahren und stellt sich als ein U-for-

Digitized by Google

miges lamelliertes Joch dar, auf dessen Oberseite der Blechstreifen durch besonders konstruierte Spannklemmen aufgedrückt wird. Die über der Probe sitzende Spule ist in ihrem Erregerteil in fünf nebeneinander liegende, parallel geschaltete Einzelspulen mit gleichem Blindwiderstand unterteilt, wodurch sich über die ganze Probenlänge eine gleichmäßige Flußverteilung einstellt. Die Wicklung besteht aus 10drähtiger Litze, an deren einem Draht die Spannung für das Wattmeter abgenommen wird. Außerdem ist unmittelbar über der Probe noch eine besondere Spannungswicklung zur Einstellung der Induktion angebracht. Die Eichung der Apparatur, insbesondere die Bestimmung der zusätzlichen Verluste im Joch ist empirisch-statistisch auf Grund zahlreicher Vergleichsmessungen vorgenommen worden. Als Genauigkeit wird die gleiche wie beim Epsteingerät angegeben. [T. G. Smith, Gen. electr. Rev. 40 (1937) S. 273; 3 S., 3 Abb.] *Kmn.*

Lichttechnik.

621. 327. 3. 017. 72 Wassergekühlte Quecksilberdampflampen. — Bei neuen Hochdrucklampen konnte durch Wasserkühlung die spezifische Ausstrahlung bis auf 1400 W/cm Rohrlänge getrieben werden. Das Kühlwasser wird entweder einer Leitung entnommen (Bedarf 2,5 l/min bei 600 W), oder es wird bei beweglichen Anlagen durch eine Pumpe bzw. durch Thermosyphonkühlung für den Umlauf und Abkühlung des Wassers gesorgt. Die Lampen können mit Gleich- und Wechselstrom betrieben werden, der Betrieb bei Wechselstrom ist infolge der wegfallenden ohmschen Vorschaltverluste ungleich wirtschaftlicher. Die neue Lampe wird z. B. für Filmaufnahmeräume empfohlen, dort ist dann infolge der hohen Lichtausbeute und Aktinität der Aufwand an elektrischer Energie gegenüber einer bisher üblichen Anlage etwa $^1/_6$. Die Wärmeausstrahlung ist, auf die aktinische Leuchtstärke bezogen, wesentlich geringer als bei Glühlampen; deshalb ist die Hochdrucklampe für Fernsehaufnahmeräume geeignet. Die hohe Leuchtdichte (s. Zahlentafel 1) und ihr Licht (grüne Quecksilberlinien), das besonders gut von Grasflächen reflektiert wird, rechtfertigt ihre Verwendung auch bei der Landebahn-Beleuchtung. Für Scheinwerfer wird eine Kombination von drei Lampen in Sonderfassung hergestellt. Die Leistung der neuen Lampe läßt sich bis zu 16 kW je Einheit erweitern.

Zahlentafel 1. Betriebsdaten.

		alte Lampe	neue Lampe
Hg-Druck	atü	75	120
Leistung	W	500	600
Betriebsspannung	V	420	600
Leerlaufspannung	V	500	750
Lichtstrom	lm	30 000	50 000
größte Leuchtdichte	sb	33 000	91 000
Lichtausbeute	lm/W	60	62

[E. G. Dorgelo, Philips techn. Rdsch. 2 (1937) S. 165; 6 S., 10 Abb.] *Kne.*

621. 32 : 629. 139 (73/79) Befeuerung der San Franzisko-Oakland Bay-Brücke. — Um die Brücke über die Bucht von San Franzisko—Oakland, die mit ihrer Länge von etwa 3800 m und einer Höhe von etwa 180 m ein Hindernis für die Luftfahrt bildet, den Fliegern auch nachts gut kenntlich zu machen, sind auf den 6 Türmen der Brücke 6 synchronumlaufende Scheinwerfer aufgestellt. Die Optik der Scheinwerfer besteht aus einem parabolischen Glasspiegel von 60 cm Dmr. und einer roten Linse, die gleichzeitig die Abschlußfläche des Scheinwerfers bildet. Als Lichtquellen werden 32 V/1000 W-Lampen benutzt. Jeder Scheinwerfer ist mit 2 Lampen ausgerüstet, von denen sich eine im Brennpunkt und die andere in Reservestellung befindet. Beim Durchbrennen der ersten Lampe wird die zweite selbsttätig in den Brennpunkt gerückt und eingeschaltet. Die Lichtstärke eines Scheinwerfers wird mit 8 000 000 Kerzen angegeben. Das richtige Arbeiten der Anlage wird in einem Überwachungsraum geprüft, der mehrere Kilometer vom Aufstellungsort des Scheinwerfers entfernt ist. Auf einer Schalttafel, auf der die Brücke bildlich dargestellt ist, sind an Stelle der Scheinwerfer verschiedenfarbige Lampen angeordnet. Das Aufleuchten der verschiedenen Lampen zeigt dem Überwachungsbeamten an, ob die Anlage in Ordnung ist oder ob ein Fehler aufgetreten ist. Die Lage und Art des Fehlers werden ebenfalls angezeigt. [P. B. Garrett, Electr. J. 34 (1937) S. 273; 4 S., 5 Abb.] *M. W.*

Elektrowärme.

621. 365. 45 : 674. 04 Die elektrische Holztrocknung. — Versuche der Holztrocknung mittels ultrakurzen und kurzen Hochfrequenzströmen, die seit dem Jahre 1932 in Leningrad und Moskau durchgeführt wurden, haben ergeben, daß das gewöhnliche Bauholz in rd. 2 bis 3 Stunden die erforderliche Trocknung erreicht, aber viel elektrische Arbeit erfordert. Außerdem entstehen im Holz innere Spannungen, die den Holzstoff schwächen. Aus diesem Grunde wurde auch versucht, das Holz mit Hochfrequenzströmen, aber im Bereich der langen Wellen von etwa 200 m und höher zu trocknen (Diathermietrocknung).

Die Ergebnisse dieser Versuche stellen sich wie folgt:

1. Der Vorgang im Holzstoff, der unter der Einwirkung von Plattenelektroden aus Metall sich befindet, verläuft wie in einem Kondensatorfeld.
2. In diesem Feld entstehen starke elektrostatische und elektromagnetische Felder, die eine bestimmte Richtung der Gefügeteilchen hervorrufen.
3. Das Wasser wird hauptsächlich in der Richtung der Elektroden ausgeschieden, und erst nach der Temperatursteigerung beginnt die Wärmeausscheidung des Wassers, die aber keine wesentliche Rolle im Trocknungsvorgange spielt.
4. Starke Ausscheidung der Feuchtigkeit beginnt in den ersten 10 bis 15 min, bei einer Temperatur nicht höher als 35 bis 40°.
5. Jeder Holzart entspricht eine bestimmte Frequenz, die die größte Wirkung ausübt.
6. Je trockner das Holz wird, desto kleiner wird seine Leitfähigkeit.
7. Der Verbrauch elektrischer Arbeit bei einer Trocknung bis zum Sättigungsgrad der Faser beträgt 1 kWh/kg des abgeführten Wassers (Wirkungsgrad des Generators 0,6) und bei einer Trocknung unter dem Sättigungsgrad der Faser (bis 18 bis 20%) etwa 1,5 kWh/kg.
8. Die Zeit der Trocknung hängt vom Feuchtigkeitsgradienten, von der Entfernung zwischen den Elektroden und von der Beschaffenheit des Holzstoffes ab; im Mittel sind für je 1 cm Dicke des Brettes etwa 20 min erforderlich.
9. Elektrisch regelrecht getrocknetes Holz hat höhere mechanische Eigenschaften: auf Druck um 16 bis 18%, auf Biegung um 5 bis 6%, auf Spaltung um 25%, besonders wenn frisch gefälltes Holz getrocknet wird.. [Nowosti techn. (1937) H. 16, S. 1; 2 S., 0 Abb.] *T. S.*

Verkehrstechnik.

621. 331 (44) Elektrischer Betrieb auf der Strecke Paris—Le Mans. Am 7. 7. d. J. wurde auf der 211 km langen Strecke Paris—Le Mans der franz. Staatsbahnen der elektrische Betrieb eröffnet. Diese Elektrisierung mit 1500 V Gleichstrom wurde 1934 als Teil eines staatlichen Arbeitsbeschaffungsprogrammes beschlossen, weil der Verkehr auf dieser Strecke in den letzten 20 Jahren gleichmäßig gestiegen war und Le Mans Mittelpunkt des strahlenförmig ausgehenden Netzes der Staatsbahnen ist. Die Strecke von Paris bis Trappes (10 km südwestlich von Versailles) wurde viergleisig ausgebaut, wobei in dem dichtbesiedelten Randgebiet von Paris schwierige Verbreiterungen von Dämmen, Einschnitten, Brücken und Unterführungen erforderlich waren. An drei Stellen nahe der Strecke steht elektrische Energie mit 60 und 90 kV zur Verfügung. 13 Unterwerke sind an der Strecke verteilt und alle durch 2 Drehstrom-Hochspannungsleitungen miteinander verbunden. Durch diese zweiseitige Speisung durch 2 Leitungen ergibt sich eine große Sicherheit. Die Unterwerke dicht bei den Verteilerwerken erhalten Energie mit 30 kV über Kabel. Der Drehstrom-Hochspannungsteil der Unterwerke ist im Freien, die übrige Ausrüstung in Gebäuden aufgestellt. 11 der Unterwerke erhielten je 2 gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter von je 2000 kW Leistung, 2 Unterwerke innerhalb des Pariser Stadtgebietes je 3 Gleichrichter von je 2750 kW. Ein- und Ausschaltung der Gleichrichter erfolgt selbsttätig in Abhängigkeit von der Fahrdrahtspannung. Die Hauptkommandostelle für alle Unter- und Verteilerwerke befindet sich in Paris im Bahnhof Montparnasse. Die Vielfachaufhängung der Fahrleitung besteht aus einem Bronzetragseil von 166 mm² Querschnitt, einem waagerecht liegenden Hilfstragseil von 104 mm² Cu und 2 Kupferfahrdrähten von je 107 mm² Querschnitt über jedem Gleis. Die Aufhängung erfolgte an Auslegermasten mit 63 m

Digitized by Google

Abstand in der Geraden, nur an den Trennstellen zwischen den Unterwerken wurde Portalaufhängung gewählt. Die früheren mechanischen Signale wurden durch eine Lichtsignaleinrichtung ersetzt. Um ein Versagen zu verhindern, sind alle elektrischen Einrichtungen wie Transformatoren und Leitungen doppelt vorgesehen. Jedes Unterwerk erhielt einen Dieselsatz, der selbsttätig anläuft und in 5 s Strom für die Signalanlage liefert, wenn die Netzspannung ausbleibt. 23 Schnellzuglokomotiven der Bauart 2 Do 2 von 80 t Reibungs- und 130 t Gesamtgewicht sind vorhanden. Ihre 4 Motoren, Antriebsart System Büchli, haben eine Stundenleistung von 2800 kW. In der Ebene kann mit einem Zug von 500 t eine Geschwindigkeit von 150 km/h erreicht werden. Die 35 Güterzuglokomotiven, Bauart BoBo, haben 4 Tatzenlagermotoren von zusammen 1470 kW Stundenleistung, ihr Gewicht beträgt 80 t und ihre Höchstgeschwindigkeit 95 km/h. Ferner sind 5 vierachsige Triebwagen von 37 t Gewicht mit 4 Motoren von zusammen 590 kW Stundenleistung vorhanden, die 130 km/h Höchstgeschwindigkeit und bei 7,5 km mittlerem Halteabstand 75 km/h Reisegeschwindigkeit erreichen. Durch eine Vereinigung von Luftdruck- und Kurzschlußbremsung wird eine Verzögerung von 1 m/s² erzielt. Den Vorortverkehr versehen 20 Triebwagenzüge, bestehend aus je 2 Wagen auf 3 Drehgestellen. Bei 64 t Gewicht haben diese 6 Motoren zusammen 1100 kW Stundenleistung. Ihre Geschwindigkeiten sind die gleichen wie die der vierachsigen Triebwagen. Durch die Elektrisierung wurde eine wesentliche Verbesserung des Betriebes möglich, die vor allem in der Schaffung häufigerer Fahrgelegenheit besteht. Die Vorortstrecke ist in 3 Zonen eingeteilt und es gibt 3 Arten von Zügen, die in je einer dieser Zonen auf allen Bahnhöfen halten, in den beiden anderen Zonen jedoch überall durchfahren. [J. Dumas, Génie civ. 111 (1937) S. 29; 5 S., 10 Abb.] *Dtt.*

621. 335. 5 Die Zukunft der Elektrowagen. — Nachdem die Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit der Elektrowagen für den Warentransport innerhalb von Städten allgemein erkannt worden ist, hat in England eine starke Zunahme dieser Fahrzeuge mit Elektrospeicher eingesetzt. Im Jahre 1936 wurden in Großbritannien 819 Elektrowagen eingeschrieben, was einer Steigerung von 30% gegenüber dem Jahre 1935 entspricht. Die Gesamtzahl der in Betrieb befindlichen Elektrofahrzeuge wurde bis Ende 1936 dadurch auf etwa 2600 gebracht. Die bisher vorliegenden Zahlen lassen für 1937 eine weitere Steigerung von 50% erwarten. Bei einem durchschnittlichen Jahresverbrauch von 5000 kWh je Fahrzeug wird sich für 1937 ein Gesamtverbrauch von über 19 Mill kWh ergeben. Das einzige Hindernis, das einer noch schnelleren Verbreitung der Elektrowagen entgegensteht, ist ihr durch das Fassungsvermögen der Batterie begrenzter Fahrbereich. Während sich die Hersteller von Benzinfahrzeugen um die Brennstofffrage nicht im geringsten zu kümmern brauchen, ist es für die Zukunft der Elektrolastwagen erforderlich, daß Wagen- und Batterieerzeuger sowie Stromversorgungsunternehmen zusammenarbeiten. Es wird der nicht mehr neue Vorschlag gemacht[1]), Elektrizitäts-Tankstellen zu errichten, an denen entladene Batterien gegen frisch geladene ausgetauscht werden können. Die Anschaffungskosten für die Fahrzeuge könnten dadurch gesenkt werden, weil Batterien für nur etwa 30 km Fahrbereich erforderlich wären. Die Kosten für die Umstellung der zahlreichen Wagenmodelle auf eine Einheitsbatterie würden sich durch den bestimmt zu erwartenden größeren Absatz mehr als bezahlt machen. Das gleiche gilt für die Batteriefirmen, die eine Normung der Fahrzeugbatterien vornehmen müßten[2]). Auch den Stromversorgungsunternehmen wird eine gute Wirtschaftlichkeit der Elektrizitäts-Tankstellen vorausgesagt, denn nach Lösung der Frage des Fahrbereiches wird mit einer Steigerung des Fahrzeugabsatzes um 300% in einem Jahr für England gerechnet. [M. Armstrong u. J. C. Owen, Electr. Rev., Lond. 121 (1937) S. 213; 1 S., 1 Abb.] *Dtt.*

621. 333. 41 : 625. 62 Nutzbremse bei Straßenbahnen. — Die Aachener Kleinbahn hat 16 Triebwagen für Nutzbremse in Verbundschaltung umgebaut und berichtet eingehend über die Erfahrungen. Die vorhandenen Reihenschlußmotoren erhielten neue Feldspulen, die beim alten Anker-Nennstrom 60% der früheren Feld-Amperewindungen in der Nebenschluß- und 40% in der Reihenschlußwicklung liefern. Die erreichten Kennlinien zeigt Abb. 3, die Wagenschaltung Abb. 4. Der Übergang zwischen Reihe und Parallel wird durch Kurzschließen des Motors II über einen Dämpfungswiderstand bewirkt. Ein Überspannungsrelais erscheint nach den Betriebserfahrungen unnötig. Zur Sicherung der Rückstromaufnahme wurde auf einer sonst nur durch Gleichrichter gespeisten Strecke ein umlaufender Umformer von 60 kW aufgestellt. Bei der Widerstandsbremse bleibt die Nebenschlußwicklung eingeschaltet.

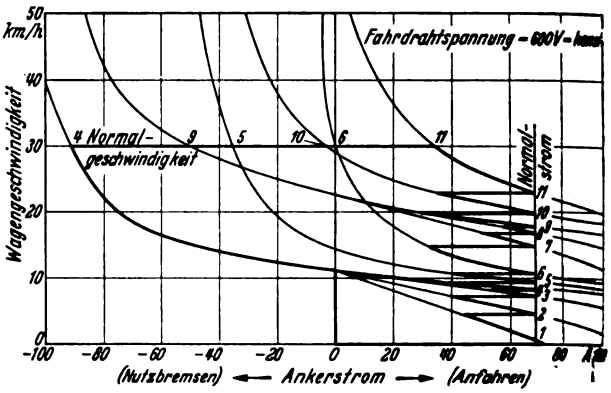


Abb. 3. Motorstrom und Wagengeschwindigkeit beim Anfahren und Nutzbremsen.

um die Selbsterregung zu sichern und zu beschleunigen. Die Umbaukosten betrugen 281,— RM für Werkstoffe, 632,— RM für Löhne ohne Zuschläge je Wagen. Auf gute Ausbildung der Fahrer wurde besonderer Wert gelegt. Bei zahlreichen Messungen, über die genau berichtet wird, fand man eine um etwa 5% geringere Stromaufnahme als beim Reihenschlußmotor. Die Stromersparnis liegt über 20%, ihr Wert ist etwa 750,— RM je Jahr und Wagen, so daß der wirtschaftliche Erfolg der Nutzbremse gesichert ist, und sie zur weiteren Einführung empfohlen wird.

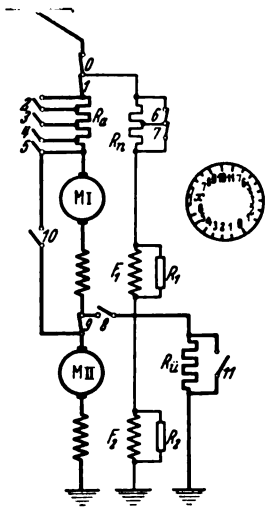


Abb. 4. Nutzbremsschaltung für Straßenbahnwagen mit Verbundmotoren.

Nicht in allen Punkten kann man dem Verfasser folgen, da er ganz allgemein den Verbundmotor zu günstig beurteilt. Er bestreitet z. B., daß der Verbundmotor größer als eine Reihenschlußmaschine ausfällt, und erwähnt doch selbst die beobachtete Mehrerwärmung. Die Verschiebung der Rundfeuergrenze wird nicht erwähnt — vielleicht spielt sie bei den Aachener Motoren noch keine Rolle. Die Handhabung des Verbundmotors gilt nicht überall als einfach, zum mindesten erfordert sie aufmerksame und gut ausgebildete Fahrer, namentlich für schnelle Fahrt auf verkehrsreicher Straße. Es ist auch keine unerwiesene Behauptung, daß man mit Verbundmotoren vielfach nur unbedeutende Stromersparnisse erreichte[1]). Die Beurteilung des Verbundmotors ist daher auch im Ausland nicht so günstig, wie es der Verfasser darstellt. [*M.* Cremer-Chapé, Verkehrstechnik 18 (1937) S. 114; 7 S., 7 Abb.] *Tf.*

Elektrische Antriebe.

621. 398. 07 : 621. 313. 36 Erstmalige Fernsteuerung des Derimotors im Kranbetrieb. — Der Verfasser behandelt die Fernsteuerung der verschiebbaren Bürstenbrücke von Wechselstrom-Kollektormotoren. Eine besondere Begründung ist dadurch gegeben, daß die mechanische Bürstensteuerung von 2 großen Hubwerksmotoren, wie sie in den heutigen Verladebrücken anzutreffen sind, durch den erforderlichen Kraftaufwand immer schwieriger wurde, so daß eine leichtgängige Steuerung unter Wegfall des weitläufigen Steuergestänges zu begrüßen war. Auch für Katzfahrmotoren hatte diese Anordnung besondere Bedeutung, da dort das Steuergestänge bisher durch den hohlen Königsstock geführt werden mußte, mit Rücksicht auf die Relativbewegungen zwischen Steuerstand und Motor. Die an eine Fernsteuerung gestellten Anforderungen im Kranbetrieb sind aber sehr groß und umfassen folgendes:

[1]) Siehe ETZ 57 (1936) S. 169 u. 261.

[2]) In Deutschland gibt es einen „Einheitstrog" schon seit längerer Zeit. Siehe ETZ 57 (1936) S. 267.

[1]) Vgl. z. B. Electr. Rev. 118 (1936) S. 940.

Digitized by Google

1. Eindeutigkeit hinsichtlich Steuerhebelauslage und erreichter Bürstenstellung bei einem zulässigen Fehler von etwa einer halben Lamelle,
2. Eindeutigkeit der Bürstenstellung auch bei Wiederkehr der ausgefallenen Spannung,
3. fast verzögerungsfreies Arbeiten der Fernsteuerung bei einer Auslegezeit des Steuerhebels von etwa 0,75 s,
4. Unempfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen,
5. Unempfindlichkeit gegen die Erschütterungen des Kranbetriebes,
6. Unempfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen in den Grenzen von +40° bis —30° C,
7. Gefahrlosigkeit bei Störungen der Fernsteuerung,
8. Praktische Unabhängigkeit von der Entfernung zwischen Steuerstand und Motor sowie gegenseitigen Ortsveränderungen.

Die Aufgabe wurde unter Zuhilfenahme eines elektrohydraulischen Zwischengliedes gelöst, dessen Grundelemente im Thoma-Regler gefunden wurden. Die getroffene Anordnung ist in Abb. 5 gezeigt. Mit dem Steuerhebel ist ein als Spannungsteiler geschalteter scheibenförmiger Widerstand verbunden. Die Fernsteuer-Einrichtung besitzt eine Motor-Zahnrad-Ölpumpe und einen drehspulgesteuerten Schieber, welcher das Drucköl in den jeweiligen Arbeitsraum leitet. Außerdem macht ein Spannungsteiler die Drehbewegungen des Fernsteuergerätes mit. Der Steuervorgang ist folgender: Bei abweichender Stellung des Spannungsteilers am Steuerbock von derjenigen am Fernsteuergerät, d. h. bei Steuerhebelauslage, fließt ein Strom über die bewegliche Spule des Steuersystems und bringt den Steuerschieber in eine seiner Endlagen, so daß das Drucköl in den Arbeitsraum tritt und die Bürstenbrücke bewegt. Die Bewegung ist zu Ende, wenn der Spannungsteiler am Fernsteuergerät die gleiche Stellung wie der Geber am Steuerbock erreicht hat, da dann ein Strom über die Steuerspule nicht mehr fließen kann. Damit befindet sich aber die Bürstenbrücke an der gewünschten Stelle. Die Empfindlichkeit der Steuerung ist so groß, daß ein Schlupf zwischen beiden Spannungsteilern kaum auftritt, so daß die Steuerung als starr anzusprechen ist und sofort dem Steuerhebel folgt. Auch wechselnde Reibungsmomente am Kollektor, die mit dem Lauf der Bürsten gegen oder im Sinne der Drehrichtung des Läufers zusammenhängen, sind wegen der geringen Preßfähigkeit des Öles wirkungslos.

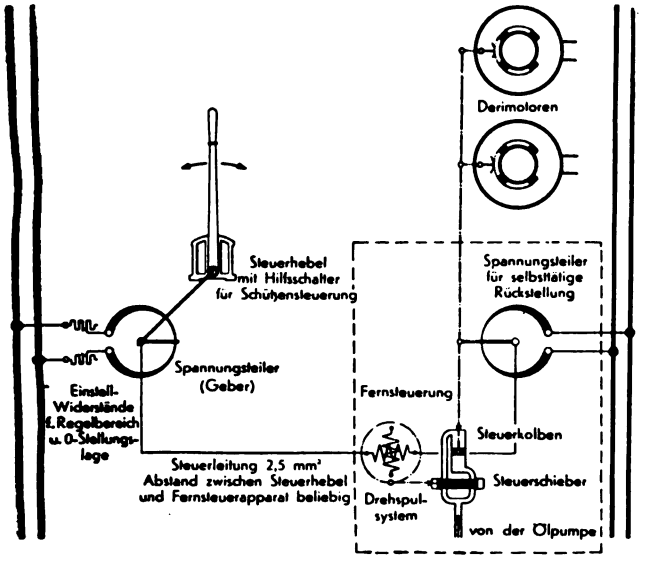


Abb. 5. Fernsteuerung von Derimotoren, unabhängig von der Entfernung und von gegenseitigen Ortsveränderungen von Steuerstand und Motoren.

Die Anordnung von Spannungsteilern macht die Steuerung von Spannungsschwankungen unabhängig, außerdem ist sie eine Gewähr dafür, daß nach Wiederkehr der Spannung sofort die Bürstenbrücke die dem Steuerhebel entsprechende Lage einnimmt. Ungewollte Bewegungen können in einem solchen Fall nicht auftreten, da der Kranschaltkasten nur in Nullstellung des Steuerhebels eingeschaltet werden kann. Im Ölkübel des Fernsteuergerätes ist eine elektrische Heizung mit Wärmeregler eingebaut, so daß die Öltemperatur in den erforderlichen Grenzen gehalten wird. Durch die Tatsache, daß zwischen Steuerhebel und Fernsteuergerät nur eine dünne Steuerleitung zu verlegen ist, spielt die räumliche Entfernung zwischen Geber und Empfänger keine Rolle. Die Fernsteuerung hat sich bereits in 14 Fällen bei Hub-, Schließ- und Fahrmotoren bewährt und wurde dabei in 3 Fällen im Freien in Seehäfen verwendet. Die erste Ausführung arbeitet seit Februar 1936 im Dreischichten-Betrieb auf einer Erzverladebrücke in Emden. [E. Widmann, BBC-Nachr. 24 (1937) S. 77; 6½ S., 12 Abb.] *eb.*

Fernmeldetechnik.

621. 394. 3 Grundlagen der Springschreibertechnik. — Das Verhältnis zwischen Fernsprechen und Telegraphie hat sich durch das Aufkommen des Springschreibers (Fernschreibmaschine) wieder mehr ausgeglichen. In glücklicher Vereinigung verbindet er die grundsätzlichen Vorzüge des Fernsprechers — leichte Bedienung, einfache Betriebsweise, unmittelbarer Verkehr zwischen Teilnehmern — mit einer in sinnvoller Weise durchgeführten Anpassung an die Leistungsfähigkeit der Leitung und des Bedienenden. So hat der Springschreiber nicht nur zu einer außerordentlichen Förderung der technischen Hilfsmittel bei der Deutschen Reichspost beigetragen, sondern vor allem auch die Einrichtung des von zahlreichen Stellen gewünschten Teilnehmerfernschreibverkehrs ermöglicht. Der technische Teil der Arbeit beginnt mit einer geschichtlichen Einführung. Dabei zeigt sich, daß einige der wichtigsten Begriffe der Telegraphie (Stromschritt, Schrittfolge) im Grunde schon von Hughes geprägt worden sind. Das Geh-Steh-Verfahren wird ausführlich beschrieben. Daran schließen sich eingehende Erörterungen über die Begriffsbestimmungen für die Vorgänge bei der Übermittlung von Telegraphierzeichen (Telegraphiergeschwindigkeit, Arten der Zeichenverzerrungen, Verzerrungsgrad einer Verbindung). In einem größeren Abschnitt folgen grundsätzliche Betrachtungen über die Arbeitsweise, wobei die Ausführungen über das Alphabet (Zwischenstaatliches Telegraphenalphabet Nr. 2, nach Murray U. S. A.), das Telegraphiersystem, die Telegraphiergeschwindigkeit (v = 50 Baud) und die allgemeine Wirkungsweise des Springschreibers die elektrischen und mechanischen Geräte einschließen. Besonders eingehend werden die verschiedenen Verfahren des Zeichenempfangs erörtert, und zwar im einzelnen das System, die Abtastung, Speicherung und Übersetzung der Zeichen. Den Abschluß des ersten Teils der Arbeit bilden ausführliche Darlegungen der Gleichlaufbedingungen und des Spielraums der Springschreiber, deren Kenntnis und Beurteilung unerläßlich für das Verständnis dieser Telegraphengeräte ist. Der Spielraum, d. h. der für die noch eben richtige Wiedergabe der Zeichen zulässige Grad der Höchstverzerrung, beträgt bei den bekannten Springschreibern 40%. Die Berechnung des Spielraums wird aus den mechanischen Gegebenheiten der Springschreiber hergeleitet. Die Verzerrungsmessung und -beurteilung wird ausführlich behandelt. Der zweite Hauptteil der Arbeit enthält theoretische und betriebliche Erörterungen der Arbeitsweise der wichtigsten Springschreiberteile. Zunächst werden der Antrieb und die Geschwindigkeitsregelung mittels Fliehkraftschaltern sowie die jeweiligen betrieblichen Vor- und Nachteile behandelt. Daran schließen sich Betrachtungen über den Sender, wobei besonders ausführlich auf die verschiedenen Arten der Senderverzerrung (Kontaktfehler, freie Senderbewegungen, Funkenlöschung, statische und dynamische S-Verzerrung, exzentrischer Senderantrieb) eingegangen wird. Die wichtigsten Teile bilden die Empfangsgetriebe. Diese sind daher eingehend auf ihre Bewegungsverhältnisse hin untersucht worden. Die Ergebnisse kinematischer und dynamischer Untersuchungen werden aufgezeigt und betrieblich wichtige Gesichtspunkte erörtert (Einfluß des Kupplungsschlupfes, Bewegungsvorgänge bei der Abtastung, Speicherung und Übersetzung der Zeichen). Der Bewegung der Empfangswählschienen wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt (Unterdrückung der Prellungen durch sogenannte „Rutschgewichte"). Dann werden die Erfolge neuzeitlicher Herstellungsverfahren auf dem Gebiet des Springschreiberbaus gewürdigt, die auch andere Zweige der Feinwerktechnik maßgebend beeinflußt haben. Ein umfangreicher Schrifttumsnachweis beschließt die Arbeit. [F. Schiweck, Telegr.-Fernspr.- u. Funktechn. 25 (1936) S. 53, 91, 139, 245, 307; auch als Sonderdruck erschienen im Verlag Richard Dietze, 1937.] *Sch.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 315. 615. 015. 5 Die elektrische Festigkeit von nicht entflammbaren synthetischen Isolierölen. — Ersetzt man Wasserstoffatome durch Chloratome in Ring-Kohlenwasserstoffen, so gelingt es, eine Reihe neuer Isolierstoffe herzustellen, welche gegenüber dem üblichen Mineralöl

Digitized by Google

eine höhere elektrische Festigkeit besitzen und bei elektrischer Beanspruchung einige, dem Mineralöl eigene wesentliche Nachteile ausscheiden. Besonders geeignet sind synthetische Isolierflüssigkeiten chlorhaltiger Diphenole und Mischungen aus chlorhaltigen Diphenolen mit Trichlorbenzolen. Für eine synthetische Isolierflüssigkeit gleicher Viskosität, wie Transformatorenöl, ergibt sich unter den gleichen Voraussetzungen bei einem Elektrodenabstand von 2,54 mm eine um 40 bis 50% höhere elektrische Festigkeit als bei Mineralöl. Diese Festigkeit ist, im Gegensatz zu der des Mineralöls, auch durch den Einfluß von Luft und Feuchtigkeit, selbst bei hohen Temperaturen und bei langer Einwirkungsdauer, praktisch nicht mehr zu beeinflussen (Abb. 6). Auch in Abhängigkeit vom Elektrodenabstand ergibt die synthetische Isolierflüssigkeit höhere Durchschlagswerte, als sie mit Mineralöl erreicht werden, und zwar liegen sie für die Abstände von 2,54 mm bis etwa 2,5 cm um 50 bis 20% und von 2,5 cm bis zu einem untersuchten Abstand von rd. 10 cm um rd. 20% höher. Auch in Abhängigkeit von Prüftemperaturen von 20° bis 160° C behält die synthetische Isolierflüssigkeit ihre Überlegenheit über Mineralöl bei.

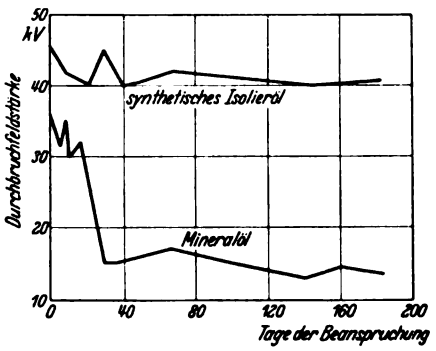


Abb. 6. Durchbruchfeldstärke von Mineralöl und synthetischem Isolieröl gleicher Viskosität bei einem Elektrodenabstand von 2,54 mm und 25 ° C.

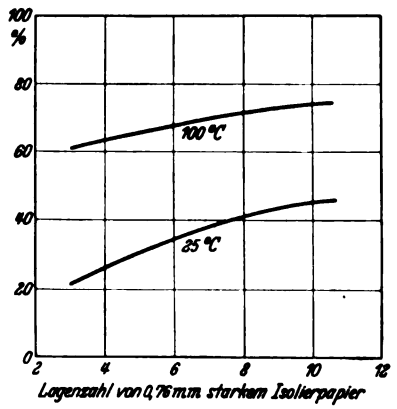


Abb. 7. Prozentuale Verbesserung der Durchbruchfeldstärke von mit synthetischem Isolieröl getränktem Isolierpapier gegenüber mit Mineralöl getränktem Isolierpapier.

Die Dielektrizitätskonstante der synthetischen Isolierflüssigkeit liegt mit einem Werte von $\varepsilon = 4$ bis 5 wesentlich über der des Mineralöls mit einem $\varepsilon = 2{,}2$. Das synthetische Isolieröl eignet sich ebenfalls zur Tränkung von Isolierpapier und zeigt infolge der Annäherung seiner Dielektrizitätskonstante an die des Isolierpapiers erst bei höheren Spannungen die bekannten Koronaerscheinungen als bei mineralölgetränktem Isolierpapier. Dementsprechend liegt bei gewöhnlicher Temperatur der elektrische Durchschlag bei Anwendung von getränkten Isolierpapieren in der synthetischen Isolierflüssigkeit je nach Lagendichte um 20 bis 45% über dem bei Verwendung von Mineralöl auftretenden Durchschlag. Bei Prüftemperaturen von 100° C ergeben sich noch größere prozentuale Unterschiede (Abb. 7).

In einer unter Vakuum hergestellten, gegen Eintritt von Luft und Feuchtigkeit fest abgeschlossenen Elektrodenanordnung mit einer Isolierstrecke, geschichtet mit Isolierpapieren und Isolierflüssigkeit, wird noch der Einfluß der Einwirkungsdauer der elektrischen Spannungsbeanspruchung bei synthetischer Isolierflüssigkeit und bei Mineralöl untersucht. Auch hier ist das synthetische Isolieröl dem Mineralöl überlegen. Eine lange Spannungsbeanspruchung bringt gegenüber einer plötzlichen bei dem synthetischen Isolieröl je nach Lagendichte eine im Mittel nur um 10% niedrigere Durchschlagsspannung, während sie unter den gleichen Bedingungen bei Mineralöl im Mittel um 17% absinkt. [F. M. Clark, Electr. Engng. 56 (1937) S. 671; 6 S., 12 Abb.] *Cdi.*

538. 639 : 621. 318. 42. 029. 5/.6 **Änderung der Selbstinduktivität von Hochfrequenzspulen bei Vormagnetisierung.** — Die üblichen veränderlichen Selbstinduktivitäten bestehen entweder aus zwei Spulen, die umeinander gedreht oder gegeneinander verschoben werden können, oder aus einer Spule, bei der die Induktivität durch Verschieben eines Eisenkernes geändert wird. Diese beiden bekanntesten veränderlichen Selbstinduktivitäten haben einmal den Nachteil sehr leichter Störanfälligkeit, und zum anderen, ein mit diesen Spulen versehener Empfänger kann nur direkt abgestimmt werden, d. h., Schwingkreis und Empfänger können nicht getrennt werden. Für manche Zwecke ist es nun vorteilhaft (Auto- oder Flugzeugempfänger) die Abstimmung durch Fernsteuerung auf nicht mechanischem Wege vorzunehmen. Ein Weg zur Verwirklichung dieses Gedankens bietet sich dadurch, daß die Permeabilität und damit die Induktivität einer Eisenkernspule bei festen geometrischen Abmessungen durch ein überlagertes, veränderliches Magnetfeld geändert wird. Das benutzte Abstimmsystem ist dabei so aufgebaut, daß die Induktivität in zwei Spulen gleicher Größe auf zwei getrennten Kernen aufgeteilt ist. Um Rückwirkungen des Wechselstromkreises auf den Gleichstromkreis zu verhindern, wird ersterer gleichsinnig hintereinander und letzterer entgegengesetzt geschaltet. Als Ferromagnetikum wird ein kompakter Werkstoff benutzt, und zwar eine Ni-Fe-Legierung mit hoher Anfangspermeabilität und sehr großer Instabilität. Die Ergebnisse zeigen, daß bei festbleibendem Kondensator eine Induktivitätsänderung im Verhältnis 9:1 bei geringem Magnetisierungsstrom erreichbar ist. Die Verluste sind nur für den Langwellenbereich größer als die geforderten Werte; sie liegen aber in einem Bereich, der einen einwandfreien Empfang noch zuläßt. Die Frequenzunabhägigkeit der Permeabilität des benutzten Werkstoffes wurde einmal durch Bestimmung der Grenzfrequenz und zum anderen auf experimentellem Wege festgestellt. Dadurch wurde bewiesen, daß sich die durch ein überlagertes Magnetfeld veränderbaren Hochfrequenzspulen auf jede beliebige Frequenz des Mittel- oder Langwellenbereiches einstellen lassen. [G. Maus, Z. techn. Phys. 18 (1937) S. 228; 2 S., 3 Abb.] *vb.*

537. 523. 3 : 621. 3. 015. 34 **Die Verformung von Wanderwellen durch Korona.** — H. H. Skilling u. P. de K. Dykes stellen sich die Aufgabe, die Verformung von Wanderwellen durch Korona zu messen und zu berechnen. Mit einem Stoßgenerator geben sie Spannungsstöße von 320 kV auf eine Versuchsfreileitung von 2,59 mm Drahtdurchmesser. Sie erzeugen eine steile Front und einen schnell abfallenden Rücken, indem sie eine 850 kV Stoßwelle mit Funkenstrecke bei 320 kV abschneiden. Die gegen Erde beanspruchte Freileitung von 256 m Länge ist in einer großen Schleife zur Ausgangsstelle zurückgeführt und am Ende durch einen Widerstand von der Größe des Wellenwiderstandes der Leitung an Erde gelegt. Da der Rücken der Welle steil ist, können ursprüngliche und verformte Welle mit einer Zeitablenkung auf demselben Kathodenstrahl-Oszillogramm aufgezeichnet werden.

Die Verfasser finden mit der Einrichtung die bekannte Verflachung des Wanderwellenkopfes, hervorgerufen durch die Aufspeicherung von Energie im Raumladungsfeld des Drahtes. Sie ergibt sich für positive Wanderwellen größer als für negative. H. H. Skilling versucht nun, diese Aufspeicherung von Energie im Raumladungsfeld vorauszuberechnen aus den Verlusten des Leiters bei 60 Hz, die gemessen wurden. Für die Verluste gilt das Peeksche Gesetz, da die Meßspannung z. T. ein Vielfaches der Anfangsspannung war. Die Vorausberechnung der Verflachung des Wanderwellenkopfes gelingt aber nur angenähert, da eine Reihe von Beiwerten noch etwas willkürlich gewählt werden müssen, um eine befriedigende Übereinstimmung mit den eigenen Messungen und den Messungen anderer Verfasser zu erhalten. Deutsche Versuchsergebnisse[1]) sind dabei unberücksichtigt geblieben. [H. H. Skilling u. P. de K. Dykes, Electr. Engng. 56 (1937) S. 850; 8 S., 9 Abb.] *Phf.*

[1]) z. B. Voerste, Die Verformung und Dämpfung von Wanderwellen durch Koronaverluste nach Aufnahme mit dem K. O. Diss. Dresden 1932.

Digitized by Google

Physik.

621. 317. 44 : 620. 1 Eigenartige Erscheinungen bei der magnetischen Werkstoffprüfung. — Bekanntlich treten bei der zerstörungsfreien Prüfung von Werkstücken nach dem Magnetpulververfahren die für Risse oder Einschlüsse typischen Fehlerbilder manchmal auch an Stellen auf, die vollkommen einwandfrei sind und höchstens eine ganz schwache oberflächliche Kaltverformung (bei der Handhabung von Rachenlehren u. dergl.) erfahren haben. Wegen der Wichtigkeit der Ausschaltung von Fehlbeurteilungen wurde die willkürliche Erzeugung derartiger Pulverbilder durch Kaltverformung systematisch untersucht. Die Messungen wurden in der Weise durchgeführt, daß Stifte aus verschiedenem Werkstoff mit wechselnden Belastungsdrucken (0,5 bis 2 kg) auf der Oberfläche von Zylindern verschiedener Vorbehandlung (geschliffen, einsatzgehärtet, gebogen usw.) entlanggeführt und die Proben sodann magnetisch untersucht wurden. Dabei ergab sich, daß Belastungen mit Stiften aus unmagnetischen Werkstoffen (Widia, Bronze) in keinem Fall Fehlerbilder erzeugen. Dagegen traten bei Benutzung ferromagnetischer Stifte unabhängig von deren Härte (weicher bzw. abgeschreckter Stahl) Fehlerbilder auf, und zwar immer dann, wenn der Prüfkörper entweder vorher magnetisiert war (d. h. also remanenten Magnetismus besaß) oder bei der Kaltverformung und Prüfung unter elastischen Spannungen stand. Hierbei war es gleichgültig, ob es sich um Druck- oder Zugspannungen und solche thermischen oder mechanischen Ursprungs handelte. Fehlerbilder dieser Art unterscheiden sich von wirklichen Fehlern dadurch, daß sie durch starke Magnetisierung, durch Entmagnetisierung oder Erhitzen auf etwa 250° zum Verschwinden gebracht werden können, während sie nach Abschmirgeln der Oberflächenschicht um 0,01 bis 0,04 mm immer noch sichtbar bleiben. Die Intensität der Schwärzung ist ein Maß für die Größe der im Werkstoff vorhandenen Spannungen. Da auf unverspannten (nichtmagnetisierten) Proben keine Fehlerbilder auftreten, ergibt sich auf diese Weise sogar die Möglichkeit, zusätzliche elastische Verspannungen eines Prüflings nachzuweisen. Die Frage nach der Ursache der Erscheinungen muß noch offengelassen werden. [O. Holtschmidt, Z. VDI 81 (1937) S. 862; 2½ S., 8 Abb.] *Kmn.*

538. 653. 11 Aenderung der Sättigungsmagnetisierung durch allseitigen Druck. — Mittels eines Differentialverfahrens hoher Genauigkeit wurde die Änderung der Magnetisierung unter der Wirkung allseitigen Druckes bei hohen Feldstärken (bis 20 000 Ø) und Drucken bis 3000 kg/cm² an den verschiedensten ferromagnetischen Stoffen untersucht. Dabei ergab sich, daß bei den Metallen und weitaus meisten Legierungen die über die Beeinflussung des Querschnitts hinaus vorhandene wahre Änderung der Sättigungsmagnetisierung außerordentlich gering ist (Druckkoeffizienten zwischen 0,1 und 0,01% je 1000 kg/cm²). Dagegen ist in manchen Legierungsgebieten (festgestellt bei 30% Ni-Fe-, 60% Pt-Fe- und ternären Fe-Co-Cr-Legierungen) eine um Größenordnungen höhere Beeinflußbarkeit vorhanden, und zwar wurden (völlig reversible) Abnahmen der Sättigung bis 6,5% je 1000 kg/cm² beobachtet. Kennzeichnendes Merkmal der Legierungen mit hohem Druckkoeffizienten scheint die Nähe einer mit einer Temperaturhysterese behafteten Umwandlung zu sein. Die verschiedenen metallphysikalischen Erklärungsmöglichkeiten (Zusammenhang mit dem Gitterabstand, Gleichgewichtsverschiebung von phasenähnlichen Zuständen u. a.) werden erörtert. [H. Ebert u. A. Kußmann, Phys. Z. 38 (1937) S. 437; 8½ S., 6 Abb.] *Kmn.*

669. 14 : 538. 213 Nickel-Eisen-Legierungen mit hoher Permeabilität. — Ein zusammenfassender Überblick über die Eigenschaften, die geschichtliche Entwicklung, die industrielle Herstellung und die Anwendung der hochpermeablen Nickel-Eisenlegierungen, insbesondere der Mumetal-Legierung wird gegeben. Behandelt werden so u. a. die metallphysikalischen Theorien der Deutung der hohen Permeabilität, die experimentellen Befunde über den Einfluß der Banddicke, der Wärmebehandlung, der Magnetisierungsrichtung usw. Das magnetische Verhalten von Kernen bei Gleich- und Wechselstrombelastung wird durch Kurven belegt. Zahlreiche, aus Theorie und Praxis schöpfende Diskussionsbeiträge anderer Fachleute sind dem Aufsatz beigefügt. [W. F. Randall, J. Instn. electr. Engrs. 80 (1937) S. 647; 20 S., 17 Abb.] *Kmn.*

Werkstatt und Baustoffe.

536. 45 : 621. 316. 84. 001. 4 Änderung des elektrischen Widerstandes bei Eisen-Chrom-Aluminium-Heizleitern für Temperaturen bis 1300 °. — Bei der Bestimmung der Temperaturabhängigkeit und der zeitlichen Änderung des elektrischen Widerstandes und bei der Klärung der Ursache dieses Verhaltens mußte auf ein Verfahren hingearbeitet werden, das in Abänderung der bisher, besonders für Chromnickel, entwickelten Prüfverfahren den vorliegenden Eisen-Chrom-Aluminium-Legierungen angepaßt ist und den Vergleich verschiedener auf gleicher Basis aufgebauter Erzeugnisse zuläßt. Der mittlere Temperaturkoeffizient zwischen 20° und 1300° betrug bei 5 Sorten 1,3 bis $4{,}1 \cdot 10^{-5}$, bei 2 Sorten 15,5 bzw. $31{,}2 \cdot 10^{-5}$. Mit zunehmender Alterung bildet sich infolge der Veränderungen im Werkstoff der Curiepunkt bei 700 bis 800° wieder aus. Die zeitliche Widerstandsänderung hängt ab von: Anordnung der Probe, Temperatur, Drahtdurchmesser, Ein- und Ausschaltzeit, Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit. Die Bestimmung der Warm- und Kaltwiderstandsänderung ergab grundsätzlich ein Kurvenpaar, an dem vier Abschnitte zu unterscheiden waren:

1. Anstieg des Warmwiderstandes, gleichzeitig Abnahme des Kaltwiderstandes,
2. nur geringe Veränderungen in der gleichen Richtung wie während 1),
3. starker Anstieg des Warmwiderstandes, starke Abnahme des Kaltwiderstandes bis zu einem Kleinstwert,
4. stärkeres Ansteigen des Warmwiderstandes, Ansteigen des Kaltwiderstandes.

Durch die Glühversuche sowie durch die mikroskopischen Untersuchungen wurde weiter folgendes festgestellt. Der mittlere Temperaturkoeffizient zwischen 20° und 1300° nimmt zuerst langsam, dann sehr schnell zu und erreicht gegen Ende der Lebensdauer des Drahtes das 10 bis 12fache seines Anfangwertes. In der Oxydbildung auf der Drahtoberfläche lassen sich vier Abschnitte unterscheiden:

a) die Bildung der zusammenhängenden Oxydschicht aus Al_2O_3,
b) das Bestehen dieser Schutzschicht,
c) das Durchbrechen der Schutzschicht durch andere Oxyde,
d) das vollständige Bedecken des Drahtes mit anderen Oxyden.

Die Gefügebilder zeigen die gleichen vier Abschnitte: im 1. Bereich wird das große Korn ausgebildet, das im 2. und 3. Bereich bestehen bleibt; im 4. Bereich wird Kornzerfall beobachtet. Damit lassen sich die Ursachen der zeitlichen Widerstandsänderung erklären: Im ersten Bereich wirkt die Kornvergrößerung durch Erholung und Rekristallisation verkleinernd auf den Kaltwiderstand. Infolge der Aluminium-Oxydbildung und fortgesetzten Diffusion des Aluminiums wird die Legierung ärmer an Aluminium, der spezifische Widerstand kleiner, der Temperaturkoeffizient größer. Der Warmwiderstand steigt mit zunehmender Oxydation. Die Oxydation auf den Korngrenzen wirkt gegen Ende des dritten Bereiches der Abnahme des Kaltwiderstandes entgegen und führt im vierten Bereich die starke Erhöhung von Kalt- und Warmwiderstand herbei; auch der Kornzerfall wirkt hier erhöhend auf den Widerstand. [E. Schoene, Dissertation T. H. Hannover 1937.] *eb.*

621. 318. 22 Mechanisch weiche Dauermagnetlegierungen aus Kupfer, Nickel und Eisen. — Die schwierige, nur durch Gießen oder Schleifen mögliche Formgebung der Dauermagnete aus Al-Ni-Stahl hat in letzter Zeit vielfach den Wunsch nach magnetisch ähnlich leistungsfähigen, aber technologisch besseren Dauermagnetwerkstoffen gezeitigt. Grundsätzlich hierfür geeignete Legierungen sind vor etwa 2 Jahren von Dahl, Pfaffenberger und Schwarz in dem Heterogenitätsgebiet des Systems Eisen-Nickel-Kupfer bei rd. 20% Fe, 20% Ni, 60% Cu aufgezeigt worden, wobei durch Ausscheidungshärtung bereits damals Koerzitivkräfte über 300 Ø bei allerdings geringer Remanenz erhalten wurden. Eine umfangreiche nochmalige systematische Überprüfung des Legierungsgebietes durch Neumann und Mitarbeiter hat sich insbesondere mit der Frage beschäftigt, ob es möglich sei, auf dem Wege über eine Walztextur und damit eine magnetische Anisotropie die Gütewerte noch weiter zu heben. Diese Erwartungen haben sich bestätigt, und zwar konnten an abgeschreckten und angelassenen Legierungen $\mathfrak{H}_c = 390$ Ø, $\mathfrak{B}_R = 3400$, durch eine kombinierte Walz- und Glühbehandlung sogar $\mathfrak{H}_c = 490$ Ø, $\mathfrak{B}_R = 6000$ erhalten werden, Zahlen, die also schon nahe an die Werte der

Digitized by Google

Al-Ni-Stähle heranreichen. Die Legierungen sind durch spanabhebende Werkzeuge in jeder Beziehung leicht zu bearbeiten, weiter lassen sich mühelos Kaltwalzgrade bis 95% erzielen und dünne Bleche bis zu 0,05 mm Stärke mit guten magnetischen Eigenschaften herstellen. Wie bei allen anderen aushärtbaren Legierungen sind Änderungen durch thermische Instabilität nicht zu erwarten (geprüft bis 100°), ebenso war auch eine Abnahme der Remanenz durch mechanische Erschütterungen nicht festzustellen. [H. Neumann, A. Büchner u. H. Reinboth, Z. Metallkde. 29 (1937) S. 173; 12½ S., 27 Abb.] *Kmn.*

621. 315. 616. 7 **Ein neuer Isolierstoff.** — Laboratoriumsuntersuchungen haben zu einem Isolierstoff geführt, der durch die katalytische Oxydation von Gummi hergestellt wird. In dem sogenannten „Rubbon B" sind in Gummi etwa 10% Sauerstoff eingeführt, so daß das Gummimolekül etwa die Formel $C_{10}H_{16}O$ erhält. Das Erzeugnis ist in aromatischen Kohlenwasserstoffen, Aceton und chlorierten Lösungsmitteln, aber nicht in Alkohol löslich. Wenn der Werkstoff unter Ausschluß von Luft erhitzt wird, polymerisiert er bei zunehmender Viskosität und bildet zunächst ein klebriges Gel, das schließlich härtet und die Klebrigkeit verliert. In Gegenwart von Luft oxydiert Rubbon weiter und bildet besonders in Form von dünnen Filmen ein hartes sprödes Harz. Rubbon mit trocknendem Öl gemischt liefert biegsame Filme, die gegen Öle und Lösungsmittel widerstandsfähig sind. Die Polymerisation wird durch den Zusatz des Öles stark verzögert. Elektrische Untersuchungen wurden an Rubbon-Ölgemischen ausgeführt, und zwar wurden die Ölfilme mit den üblichen ofentrockenen Lacken verglichen, denen sie praktisch gleichwertig sind. Der Isolierstoff wird ferner benutzt, um Papier und Asbest zu tränken. Ebenso ist die Mischung für die Herstellung von Lackdrähten geeignet. [Electr. Rev. 121 (1937) S. 147; 2 S., 4 Abb.] *Ptf.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

621. 3 : 66. 01 (064) **Die Elektrotechnik auf der Achema VIII.** — Vom 2. bis 11. 7. 1937 fand in Frankfurt a. M. die von der Deutschen Gesellschaft für Chemisches Apparatewesen e.V. zum 8. Male veranstaltete „Ausstellung für Chemisches Apparatewesen" statt. Zweck und Ziel dieser Ausstellung ist die Vermittlung der neuesten Erkenntnisse und Fortschritte auf dem Gebiete des für die chemische Industrie wichtigen Apparatebaues und der angewandten Technik. Es gibt kaum ein Gebiet der Technik, welches sich die Chemie nicht zunutze gemacht hat; auch die Elektrotechnik spielt daher in ihrer Mannigfaltigkeit eine wichtige Rolle. Die chemische Industrie benötigt heute elektrische Energie in jeder Form, sei es als Gleich- oder Wechselstrom, bis zu den höchsten Spannungen und größten Stromstärken.

Entsprechend dieser Vielseitigkeit der Anwendung war auch die Elektrotechnik auf der Ausstellung durch zahlreiche Firmen vertreten. Neben Einrichtungen für die Elektrolyse, einem ausgesprochen chemischen Anwendungsgebiet der Elektrizität, wurden u. a. eine auf der Wirkung hoher Gleichspannung beruhender Entstaubungsanlage, Gleichrichter und Elektroöfen für Sonderzwecke gezeigt. Des weiteren waren Schaltapparate und Verteilungsanlagen ausgestellt, die zum Teil mit Rücksicht auf ihren besonderen Verwendungszweck in chemischen Betrieben gemäß den VDE-Vorschriften für explosionsgefährdete Betriebsstätten ausgelegt waren. Die Bedeutung der Elektroschweißung für die Verarbeitung von hochwertigen Stählen zu Behältern und Gefäßen fand in zahlreichen Ausführungsbeispielen ihren Ausdruck. Der Meßtechniker hatte Gelegenheit, Meßgeräte für alle Zwecke und die Neuerscheinungen der einzelnen Firmen zu studieren. Die Elektrowärme fand in zahlreichen Kleingeräten und Apparaten für Laboratoriumszwecke usw. Anwendung. Auch technische Kühlanlagen für die Erzeugung tiefer Temperaturen wurden gezeigt. Interessant war die vielseitige Verwendung des Elektromotors, besonders als Kleinmotor zum Antrieb von Zentrifugen und Rührwerken. Hier kamen in überzeugender Weise die Vorteile des Einzelantriebes zur Geltung. In dieser Verbindung seien auch die unmittelbar mit Elektromotoren gekuppelten Getriebe zur Herabsetzung der Drehzahl bis zu Übersetzungen von 20 000 : 1 erwähnt.

Außer den Ausstellungsständen der elektrotechnischen Firmen war für den Elektrotechniker noch die im Rahmen der Achema veranstaltete Kunststoffausstellung besonders interessant, da sie einen Überblick über die zahlreichen bis heute hergestellten Kunststoffe und deren Anwendungsmöglichkeiten bot. Die Elektrotechnik macht bereits seit längerer Zeit in ausgedehntem Maße von der Verwendung von Kunststoffen zu Isolationszwecken Gebrauch; trotzdem ist auf diesem Gebiet noch manches Neue zu erwarten. Von den Ausstellungsmustern seien vor allem die Leitungsbaustoffe hervorgehoben, bei welchen Kunststoffe an die Stelle von Gummi und Blei treten sowie aus Kunststoff gepreßte Gehäuse aller Art, wie Kabelmuffen, Kabelendverschlüsse, Akkumulatorenkästen u. ä. Auch aus Kunststoff hergestellte Traggitter für Masseplatten wurden gezeigt.

Erstmalig war die übersichtliche Darstellung aller Geräte für die Prüfung von Kunststoffen, die zum größten Teil praktisch vorgeführt wurden. Hierbei nimmt die Prüfung und Kontrolle elektrischer Eigenschaften einen großen Raum ein. Alle zu Isolierzwecken verwendeten Kunststoffe müssen bekanntlich den dafür geltenden Prüfvorschriften und Leitsätzen des VDE entsprechen[1]). Mit Rücksicht auf die Bedeutung dieser Fragen für die weitere Kunststoff-Forschung beteiligte sich auch der Ausschuß für Isolierstoffe des VDE an der während der Achema stattfindenden Kunststoff-Tagung.

Es sei noch erwähnt, daß der VDE an der im Rahmen der Achema veranstalteten Ausstellung der Vereine im NSBDT teilnahm. Die Auslage aller seit dem Jahre 1904 erschienenen Bände der VDE-Vorschriften ließ ihren stetig wachsenden Umfang und damit sinnfällig ihre steigende Bedeutung erkennen. Auf Wandtafeln waren weiterhin die Organisation des VDE sowie die Aufgabengebiete der einzelnen Ausschüsse, die internationale Zusammenarbeit des Verbandes und die Tätigkeit der Prüfstelle dargestellt. *Gbs.*

[1]) Siehe Gruppe 3 im VDE-Vorschriftenbuch.

AUS LETZTER ZEIT.

10 Jahre Bildtelegraphie. — Am 1. 12. konnte der Bildtelegraphendienst in Deutschland auf ein zehnjähriges Bestehen zurückblicken. Damals wurde die Verbindung Berlin—Wien eröffnet, heute haben wir die Möglichkeit, von 7 öffentlichen Bildstellen in deutschen Städten sowie von den tragbaren Bildstellen der Reichspost aus nach den europäischen Hauptstädten, nach Argentinien, Niederländisch-Indien, Siam und den V. S. Amerika Bildtelegramme zu schicken bzw. von dort zu empfangen.

Stadtrohrpost in Berlin. — Die erste Berliner Rohrpostlinie ist zwar schon 1865 zwischen Haupttelegraphenamt und Börse von Siemens & Halske eingerichtet worden, und hieraus entwickelte sich ein Netz mit 90 Anstalten und 300 km Fahrrohrlänge, aber diese Anlage entsprach technisch doch noch nicht den Anforderungen einer Weltstadt. Gerade vor 10 Jahren wurde damit begonnen, das Berliner Rohrpostnetz grundlegend zu ändern durch den Einsatz selbsttätig ausschleusender Apparate mit dauernd strömender Treibluft und die Einführung selbsttätiger Weichen mit elektrischen Steuerschaltern. Bewegung und Zahl der einzelnen Rohrpostbüchsen werden im Haupttelegraphenamt auf einer Tafel mit Leuchtbändern sichtbar gemacht; auch Störungen werden hier gemeldet.

Erneuerung der ältesten 100 kV-Schaltanlage in Europa. — Das Kraftwerk Lauchhammer der ersten 100 kV-Übertragung in Europa ist am 24. 1. 1912 in Betrieb genommen worden. Eine ausführliche Beschreibung der Anlagen erschien in der ETZ 32 (1911) S. 815, 853 u. 876. Die damals in das Schalthaus[1]) eingebauten 100 kV-Ölschalter sind nun im Hinblick auf die ständig gestiegene Kraftwerksleistung durch Expansionsschalter für 100 kV, 600 A ersetzt worden, auch auf der 5 kV-Seite sind Expansionsschalter an die Stelle der Ölschalter getreten. Die Auswechslung, die eine wesentliche Erhöhung der Betriebssicherheit der Anlage bedeutet, war mit nur geringen Umbauten innerhalb des Schalthauses verbunden. Um die Schaltanlage wirklich öllos zu machen, wurden auch die Umspannerzellen von der Schaltanlage durch Wände mit Durchführungen abgeschlossen. Erwähnt sei noch, daß an Stelle der Hörnerableiter vor 3 Jahren Kathodenfallableiter für 100 kV eingebaut wurden. *Bwg.*

[1]) Schnittbilder usw. siehe ETZ 32 (1911) S. 855.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

VDE-Mitgliederversammlung 1938.

Die 40. Mitgliederversammlung des VDE findet vom

22. bis 25. Mai 1938 in Köln

statt.

Wir bitten, diesen Termin schon jetzt zu berücksichtigen.

Fachberichte zur VDE-Mitgliederversammlung 1938.

Während der 40. Mitgliederversammlung des VDE in Köln vom 22. bis 25. Mai 1938 sollen wieder wie bei früheren Tagungen Fachberichte gehalten werden. Diese Fachberichte dienen dazu, den Teilnehmern an der Versammlung einen Überblick über den Stand der Forschung auf dem Gebiete der Elektrotechnik und die Fortschritte in der praktischen Anwendung zu vermitteln. Sie sollen daher Originalarbeiten sein, die im gleichen oder ähnlichen Wortlaut vorher noch nicht veröffentlicht wurden. Werbeaufsätze für bestimmte Hersteller oder Erzeugnisse können nicht zugelassen werden. Die einzelnen Fachberichte werden zur Aussprache gestellt, um jedem Fachgenossen Gelegenheit zu geben, zu den behandelten technisch-wissenschaftlichen Fragen Stellung zu nehmen und eigene Ergebnisse und Erfahrungen mitzuteilen.

Um einen Anhalt für Art und Inhalt der beabsichtigten Berichte zu geben, werden nachstehend die Teilgebiete der Elektrotechnik angegeben, aus denen Anmeldungen besonders erwünscht sind. Diese Fachgebiete sollen gegebenenfalls als Grundlage für die Gruppeneinteilung der Fachberichte dienen. Es ist erwünscht, daß die angemeldeten Berichte in eine dieser Gruppen zwanglos eingeordnet werden können; ein entsprechender Hinweis bei der Anmeldung erleichtert die Einordnung. Es können jedoch auch solche Berichte angemeldet werden, die nicht einem der angegebenen Teilgebiete entnommen sind; gegebenenfalls werden hierfür neue Gruppen zusammengestellt. Folgende Gruppen sind zunächst in Aussicht genommen:

1. Energie-Erzeugung und -Verteilung (Kraftwerke, Zusammenschluß von Kraftwerken, Bau und Betrieb von Netzen, Kraftübertragung, Leitungen, Isolatoren u. dgl.).
2. Niederspannungstechnik (Niederspannungsanlagen und Installationstechnik, auch Anlagen besonderer Art, wie z. B. Landwirtschaft, Bergbau u. dgl.).
3. Elektromaschinenbau (Maschinen, Transformatoren, Stromrichter).
4. Schaltanlagen und Schaltgeräte (auch Schaltvorgänge).
5. Meßtechnik (einschließlich Fernmessung).
6. Industrielle Anwendungen und Antriebe.
7. Elektrowärme.
8. Bahnen (Vollbahnen, Straßenbahnen, Oberleitungsomnibusse).
9. Luftfahrt und Luftschutz.
10. Lichttechnik.
11. Steuerungen, Regelungen und Schutzschaltungen (einschl. Relaistechnik, Fernsteuerung und Fernregelung).
12. Telegraphie.
13. Telephonie.
14. Funktechnik.
15. Elektrophysik (einschließlich Elektroakustik).
16. Werkstoffe (insbesondere Isolierstoffe).

Anmeldungen von Berichten bitten wir mit einer kurzen Inhaltsangabe von etwa 15 Zeilen und unter Bekanntgabe von Namen und Anschrift des Vortragenden bis spätestens zum 10. Januar 1938 einzureichen. Dieser Termin ist für die Anmeldung unbedingt einzuhalten, da wegen des frühen Termins der VDE-Tagung damit gerechnet werden muß, daß die satzreifen Manuskripte bis etwa zum 15. März 1938 einzuliefern sind. Bei der Auswahl der Berichte erhalten bei sonst gleicher Eignung VDE-Mitglieder den Vorzug.

Wie in den Vorjahren sollen die Vorträge in dem Sammelband „VDE-Fachberichte 1938" veröffentlicht werden, der nach der Tagung erscheint und den vollständigen Wortlaut der einzelnen Berichte nebst zugehörenden Aussprachen enthält. Der Drucksatz der Berichte soll jedoch bereits vor der Mitgliederversammlung hergestellt werden, damit die Teilnehmer an der Tagung zur Vorbereitung der Aussprachen Fahnenabzüge erhalten können. Weitere Angaben über die Ausgestaltung der Fachberichte gehen den Anmeldenden rechtzeitig zu.

Beurteilung von elektrotechnischen Erzeugnissen im Hinblick auf den Vierjahresplan.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker gibt nachstehende Richtlinien bekannt für die VDE-mäßige Beurteilung von elektrotechnischen Erzeugnissen, die im Hinblick auf den Vierjahresplan Abänderungen erfahren oder bei denen andere als bisher übliche Werkstoffe verwendet werden, sowie Richtlinien für Änderung und Ergänzung der betreffenden VDE-Bestimmungen für solche Erzeugnisse.

I.

Für Erzeugnisse, für die die VDE-Zeichengenehmigung bereits erteilt ist, für die aber eine Änderung gegenüber der genehmigten Ausführung durch Verwendung anderer Werkstoffe oder dergleichen notwendig wird, und für die bestimmte Werkstoffe in den VDE-Bestimmungen nicht vorgeschrieben sind, gilt folgende Regelung:

Bei Änderung derartiger Erzeugnisse muß der Genehmigungsinhaber grundsätzlich die Genehmigung der VDE-Prüfstelle zur Weiterbenutzung des VDE-Zeichens für die geänderten Gegenstände einholen. Vorher muß er sich selbst durch Prüfungen vergewissert haben, daß durch die Änderungen keine Minderung der nach den VDE-Vorschriften geforderten Sicherheit der Gegenstände eintritt. Er muß eine genaue Beschreibung der vorgenommenen Änderungen und einen Bericht über das Ergebnis der von ihm an den geänderten Erzeugnissen vorgenommenen Prüfungen an die VDE-Prüfstelle einsenden, aus welchem sich für die Prüfstelle ergeben muß, daß die VDE-Bestimmungen trotz der Änderungen erfüllt werden. Er hat, wenn nötig, ein Muster, an welchem die Änderungen ausgeführt sind, der Prüfstelle einzureichen. Die Prüfstelle kann auf Grund der eingereichten Unterlagen dem Antragsteller vorläufig gestatten, die geänderten Gegenstände bis zur Durchführung einer ordnungsmäßigen Prüfung an vom Hersteller einzusendenden, fabrikationsmäßig hergestellten Gegenständen mit dem VDE-Zeichen zu versehen, sofern nicht auf Grund der Ergebnisse früherer Werk- oder Marktkontrollprüfungen bei dem Hersteller oder auf Grund seiner Fabrikations- und Prüfeinrichtungen Bedenken bestehen.

Ist eine solche vorläufige Genehmigung von der VDE-Prüfstelle erteilt worden, so hat der Genehmigungsinhaber sofort nach Aufnahme der Fabrikation der geänderten Gegenstände, spätestens aber in einer Frist von 14 Tagen, der Prüfstelle die von ihr angeforderte Zahl von Prüflingen zur Durchführung einer ordnungsmäßigen Prüfung einzureichen. Diese Prüfung erfolgt nach den geltenden Vorschriften.

Hersteller, welche die vorstehenden Voraussetzungen nicht erfüllen, können eine vorläufige Genehmigung in vorstehendem Sinne nicht erhalten; die Zeichengenehmigung kann ihnen vielmehr erst nach Bestehen einer entsprechenden ordnungsmäßigen Prüfung durch die Prüfstelle erteilt werden.

Wird bei der Prüfung durch die VDE-Prüfstelle festgestellt, daß der geänderte Gegenstand die VDE-Bestimmungen nicht erfüllt, so wird eine etwa erteilte vorläufige Genehmigung wieder zurückgezogen.

Die vorstehend angegebene Regelung ist bereits im Dezember 1936 sämtlichen Prüfzeicheninhabern durch die Prüfstelle des VDE mitgeteilt worden.

II.

Für Erzeugnisse, für welche die VDE-Zeichengenehmigung noch nicht erteilt ist und welche die grundlegenden Sicherheitsbestimmungen erfüllen aber infolge der Verwendung von

Digitized by Google

neuen oder bisher nicht üblichen Werkstoffen und Abmessungen den geltenden Vorschriften nicht in allen Punkten entsprechen, deren Ausführung jedoch nach Ansicht des zuständigen VDE-Ausschusses eine dauernde Beibehaltung des Erzeugnisses geeignet erscheinen läßt, soll, um sie als verbandsmäßig bezeichnen zu können, in erster Linie eine sofortige Ergänzung oder Änderung der betreffenden Vorschriften in Frage kommen; eine Umstellvorschrift ist nur dann vorzusehen, wenn die Erzeugnisse lediglich für den deutschen Markt bestimmt sind.

III.

Erzeugnisse nach II., bei denen aber eine sofortige Änderung der bestehenden Vorschriften oder auch die Aufstellung einer Umstellvorschrift noch nicht für möglich gehalten wird, weil zunächst eine ausreichende Erprobung durchgeführt werden muß, werden wie folgt behandelt:

Das von der Prüfstelle begutachtete Erzeugnis wird dem zuständigen VDE-Ausschuß vorgelegt. Dieser stellt dann fest, ob das geprüfte Erzeugnis für eine vorläufige praktische Erprobung verwendet werden kann. Er legt auch die Bedingungen für die probeweise zu erfolgende Verwendung sowie für die Art und Zeitdauer der Erprobung fest.

Für diese Erzeugnisse erfolgt lediglich seitens der Prüfstelle eine Bekanntmachung der Begutachtung und der Bedingungen für die Verwendung als Beglaubigung für die Verbraucher.

Nach Abschluß der Probezeit wird der Ausschuß entscheiden, ob eine Ergänzung der Vorschriften oder die Aufstellung einer Umstellvorschrift in Frage kommt.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Bekanntmachung.

Ausschuß für Freileitungen.

Der Ausschuß für Freileitungen hat die nachstehend veröffentlichten Änderungen an

VDE 0210/1936 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F."

beschlossen, die durch den Vorsitzenden des VDE im November 1937 genehmigt worden sind und mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft treten.

Weiter hat der Ausschuß für Freileitungen die nachstehend veröffentlichten Änderungen an

VDE 0210 U/1937 „Umstellvorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F."

beschlossen. Diese Änderungen gelten auf Grund einer Ermächtigung des Vorsitzenden des VDE als genehmigt und treten mit dem auf die Veröffentlichung folgenden Tage in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Änderungen
an
VDE 0210/1936
„Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.".

§ 2.

Geltungsbereich.

In der Vorschrift c) wird in der Liste der z. Z. geltenden Dinormen hinter DIN 4100 eingefügt:

„DIN 4102 Widerstandsfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen gegen Feuer und Wärme."

§ 4.

Schutz gegen Berührung. Abstände von Gebäuden.

Der erste Absatz der Vorschrift c) erhält folgende Neufassung:

„c) Die Führung von Leitungen über Gebäude ist im eigentlichen Stadtgebiet tunlichst zu vermeiden; dieses gilt besonders für Industriebauten, in denen feuergefährliche Stoffe verarbeitet oder gelagert werden. Über Gebäude mit einer Bedachung, die nicht mindestens feuerhemmend entsprechend DIN 4102 ist, dürfen Leitungen nicht hinweggeführt werden, es sei denn, daß der Abstand vom Dachfirst bis zur untersten Leitung mindestens 12 m beträgt."

§ 12.

Isolatoren.

Die Vorschrift d) wird durch eine neue Ziffer 2 erweitert:

„2. Zur Ausscheidung fehlerhafter Stücke sind die fertig bewehrten Kappen- und Vollkernisolatoren mit den in den jeweils gültigen Dinormen angegebenen Stückprüflasten zu prüfen."

§ 28.

Berechnung der Fundierung.

„a) Die Fundamente sind nach einem geeigneten, anerkannten Verfahren zu berechnen. Dabei sind bei außergewöhnlich großen Fundamenten, bei Fundamenten für Rohr- und Betonmaste sowie bei Fundamenten mit Fußplatten, bei denen die Auskragung der Fußplatte größer ist als ihre Dicke, die inneren Spannungen zu berücksichtigen."

§ 36.

„c) Zu § 4c): Über Gebäude mit einer Bedachung, die nicht mindestens feuerhemmend entsprechend DIN 4102 ist, dürfen Leitungen nur als Seile verlegt werden."

Änderungen
an
VDE 0210 U/1937
„Umstell-Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F.".

§ 23.

Allgemeines.

„g) Für sämtliche Bauteile sind Anschlußniete unter 13 mm Durchmesser des geschlagenen Nietes und für Flach- und Winkeleisen Stahlstärken unter 4 mm, außerdem Schenkelbreiten unter 35 mm und Flacheisen unter 30 mm Breite unzulässig, sofern sie durch einen Niet geschwächt sind.

Bei Stahlmasten mit einem Gesamtmoment von nicht mehr als 8000 mkg, bezogen auf den Erdaustritt, sind Anschlußniete bis 11 mm Durchmesser des geschlagenen Nietes, für Flach- und Winkeleisen Stahlstärken bis 3 mm und Schenkelbreiten bis 30 mm zulässig.

Bei Rohr- und Rohrgittermasten sind Wandstärken unter 3 mm unzulässig."

„h) Die größtzulässigen Durchmesser der geschlagenen Niete und die größtzulässigen Gewindestärken mechanisch beanspruchter Schrauben sind durch die Schenkelbreiten bestimmt und der folgenden Aufstellung zu entnehmen:

Mindestschenkelbreiten in mm	35	40	50	60	70	75	80
Nietdurchmesser in mm	13	14	17	20	23	26	29
Zulässige Gewindedurchmesser . . .	½″	½″	⅝″	¾″	⅞″	1″	1⅛″

Bei Masten nach g), Abs. 2 ist bei einer Mindestschenkelbreite von 30 mm ein größter Durchmesser der geschlagenen Niete von 11 mm und bei mechanisch nicht beanspruchten Schrauben ein größter Gewindedurchmesser von ⅜″ zulässig.

Kleinere Gewindedurchmesser als ½″ sind für mechanisch beanspruchte Schrauben unzulässig. Schraubenmuttern müssen gegen Lockern gesichert werden, z. B. durch Körner- oder Meißelschlag."

§ 32.

Kreuzungen und Parallelführungen.

b) Ziffer 5:

„5. Wenn Freileitungen verkehrsreiche Fahrwege kreuzen, dürfen die Leitungen im Kreuzungsfeld eine Verbindungsstelle je Leitung haben."

„c) Bei Kreuzungen einer verkehrsreichen Straße einer Großstadt oder einer Reichsautobahn[2]) gilt außer den Bestimmungen unter b) noch folgendes:

1. Die Bestimmungen der Vorschrift § 32 b), Ziffer 5 dürfen bei Kreuzungen einer Reichsautobahn nur mit Zustimmung der zuständigen Obersten Bauleitung angewendet werden.
2. . . . (wie bisher 1);
3. . . . (wie bisher 2)."

[2]) [(Wortlaut der Fußnote siehe VDE 0210/1936 § 32c), Fußnote 2].

Digitized by Google

§ 35.

b) Werkstoff, Querschnitt und Festigkeit der Leitungen.

„2. Im Kreuzungsfeld kann die Leitung außer den zur Abspannung dienenden Verbindern auf Antrag und mit Zustimmung der Reichsbahn, Reichspost oder Reichswasserstraßenverwaltung einen Verbinder je Leitung erhalten. Bei Postkreuzungen durch Starkstromleitungen mit Nennspannungen unter 1 kV und Spannweiten bis 50 m ist bei Änderung bestehender Anlagen eine Verbindungsstelle ohne vorherigen Antrag zugelassen."

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung in Frankfurt a. d. O.

am Montag, dem 6. Dezember 1937, 20^{00}, im Nürnberger Hof, Frankfurt a. d. O., Fürstenwalder Straße 60.

Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. W. Slawyk VDE, Berlin, über das Thema:

„Der Fernsehsender Berlin-Witzleben".

Eintritt frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Hochspannungsgeräte"

Leiter: Chefelektriker Dr.-Ing. E. Krohne VDE

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. G. Hameister VDE, Berlin, am Dienstag, dem 7. Dezember 1937, um 20^{00} in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Leistungsschalter und Leistungstrennschalter beim Schalten im Prüffeld und im Betrieb".

Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Leitungstelegraphie und -telephonie"

Leiter: Professor K. Küpfmüller VDE

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. H. Panzerbieter, Berlin, am Donnerstag, dem 9. Dezember 1937, um 20^{00} in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Stand der Entwicklung von Mikrophon und Telephon für den Fernsprechteilnehmerapparat".

Eintritt und Kleiderablage frei.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.
2. 12. 1937 Vortragsreihe: Relais in der Starkstromtechnik. 1. Abend: „Übersicht über die geschichtliche Entwicklung von Schutzeinrichtungen für Starkstromnetze", Vortragender: Obering. Dipl.-Ing. H. Calliess VDE.

Elektrizitätswerke. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. B. J. v. d. Knesebeck VDE.
3. 12. 1937 Vortrags- und Aussprachereihe: Berechnung und Bau eines modernen Dampfkraftwerkes. 3. Abend: „Die Dampfkessel", Vortragender: Dipl.-Ing. Neitzel.

Elektromaschinenbau. Leiter: Ingenieur K. Bätz VDE.
6. 12. 1937 Besichtigung der „Lehrschau für Maschinenschäden" der Allianz und Stuttgarter Verein Versicherungs-AG. Treffpunkt: 18^{00}, Mariendorf, Dorfstraße an der Haltestelle der Straßenbahn.

Fernmeldetechnik. Leiter: Oberingenieur Dipl.-Ing. K. Wagner VDE.
7. 12. 1937 Vortragsreihe: Die Werkstoffe der Fernmeldetechnik unter besonderer Würdigung der Austauschstoffe. 3. Abend: „Isolierstoffe", Vortragende: Ingenieur G. Pohler VDE, Ingenieur H. Menke.

Allgemeine Elektrotechnik. Leiter: Dr.-Ing. V. Aigner VDE.
8. 12. 1937 „Neuzeitliche Photozellen und ihre Anwendungen in der Technik" 2. Teil (mit Vorführung praktischer Anwendungsbeispiele), Vortragender: Dipl.-Ing. G. Kramm.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.
9. 12. 1937 „Heizleiterwiderstände", Vortragender: Dipl.-Ing. E. Weise.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.
10. 12. 1937 „Fernsteuerung in Industrieanlagen", Vortragende: Dipl.-Ing. H. Nüßlin, Dipl.-Ing. H. Mikeska.

Redner-Seminar für Jungingenieure.

Es besteht die Absicht, im Februar/März 1938 unter Leitung des Herrn Direktor W. Schmidtke, Berlin, einen etwa 9 bis 10 Doppelstunden dauernden Redner-Kursus zu veranstalten.

Der Zweck des Lehrganges ist: Erlangung einer guten Sprechtechnik, d. h. deutliches und ausdrucksvolles Sprechen, Vermeidung von Heiserkeit und technischen Sprechfehlern, Befreiung von Hemmungen, richtige Atemführung, Steigerung der Konzentrationsfähigkeit, vorteilhafte und schnelle Aneignung des Redestoffs, Redetaktik, Vermeidung des Fadenreißens und Steckenbleibens, Gewandtheit in der Versammlungs- und Aussprache führung usw.

Das Honorar des Herrn Schmidtke beträgt für Jungingenieure 25,— RM je Teilnehmer (statt sonst 40,— RM). Die Unterrichtsstunden finden abends, wöchentlich einmal, statt.

Da für das Zustandekommen des Lehrganges ein Überblick über die zu erwartende Teilnehmerzahl erforderlich ist, so wird gebeten, Anmeldungen schon jetzt (wenn auch zunächst unverbindlich) an die Geschäftsstelle des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg zu richten, woselbst auch nähere Auskünfte zu erhalten sind.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Düsseldorf. 9. 12. (Do), 20^{00}, Salvator, Graf-Adolf-Str. 20: „Schaltanlagen in Deutschland, England, Frankreich und Amerika". Dipl.-Ing. Meiners VDE.

VDE, Bezirk Hansa, Hamburg. 8. 12. (Mi), 20^{00}, Techn. Staatslehranst.: „Elektrowärme in Industrie und Gewerbe" (m. Lichtb.). Obering. Zander, Obering. Günther und Dipl.-Ing. Schmidt.

VDE, Bezirk Kurpfalz, Mannheim. 10. 12. (Fr), 20^{15}, Otto Beckstr. 21: „Die Bedeutung des Elektroofens für den technischen Fortschritt und die Neuordnung der nationalen Wirtschaft". Dr. Gränzer.

VDE, Bezirk Mittelhessen, Frankfurt a. M. 7. 12. (Di), 20^{00}, Kunstgewerbeschule: „Streiflichter zur Entwicklung der Elektrotechnik". Prof. Dr.-Ing. E. Hueter VDE.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Stützpunkt Wilhelmshaven. 1) 11. 12. (Sa), 20^{30}, Altdeutsche Bierstuben: „Die Verwendung elektrischer Haushaltgeräte, ihre Wirtschaftlichkeit für den Stromabnehmer". Dr.-Ing. Nedderhut. Geselliges Beisammensein mit Damen (Tanz). 2) 14. 12. (Di), 20^{15}, T. H.: „Die Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten der Natrium- und Quecksilberdampflampen" (m. Vorführ.). Obering. Kämmerer.

VDE, Bezirk Niederschlesien, Breslau. 1) 7. 12. (Di), 20^{00}, El. Inst.: „Neuere Melde- und Signaleinrichtungen für die Zusammenfassung der Meldungen in Kraftwerken und Unterstationen. Dipl.-Ing. B. Klinker VDE. 2) Arbeitsgemeinschaft Jungingenieure. 9. 12. (Do), 20^{00}, El. Inst.: „Ultrakurzwellen". Prof. Dr.-Ing. M. Büge VDE.

VDE, Bezirk Nordbayern, Nürnberg. 3. 12. (Fr), 20^{00}, Bayer. Landesgewerbe-Anstalt: „Ein Ingenieur reist nach Indien" (m. Lichtb.). Dr.-Ing. W. Estorff VDE.

VDE, Bezirk Nordmark, Kiel. 10. 12. (Fr), 20^{15}, Höh. Techn. Staatslehranstalt: „Aufgaben der Beleuchtungstechnik im Rahmen der Bestrebung des Amtes „Schönheit der Arbeit" (m. Lichtb.). H. Seelig.

VDE, Bezirk Nordsachsen, Leipzig. 8. 12. (Mi), 20^{00}, Grassimuseum: „Verbesserung des Leistungsfaktors durch Kondensatoren". Dir. Dr.-Ing. H. Schulze VDE.

VDE, Bezirk Nordhessen, Kassel. 9. 12. (Do), 20^{00}, Hess. Landesmuseum: „Fernbedienungsanlagen" (m. Film). Dr.-Ing. Henning VDE.

VDE, Bezirk Oberschlesien, Gleiwitz. 8. 12. (Mi), 17^{00}, Donnersmarckhütte in Hindenburg: „Die neuere Entwicklung von Niederspannungs-Schaltgeräten". Obering. Dr.-Ing. Müller-Hillebrandt VDE.

VDE, Bezirk Ostpreußen, Königsberg. 6. 12. (Mo), 20^{00}, Phys. Inst.: „Die zentrale Fernsteuerung von Apparaten

Digitized by Google

für Tarif- und Luftschutzzwecke unter Verwendung der vorhandenen Starkstromleitungen mittels des Überlagerungsverfahrens (Telenerg-System). Dr.-Ing. zur Megede VDE.

VDE, Bezirk Südsachsen, Chemnitz (gemeinsam mit VAM Ortsgruppe Chemnitz). 16.12. (Do), 20^{00}, Staatl. Akademie für Technik: „Arcatomschweißung". Obering. Ruck. Die Mitglieder des VDI, der ADB und der ATG sind zu dieser Veranstaltung eingeladen.

VDE, Bezirk Thüringen, Erfurt. 11.12. (Sa), 20^{00}, Gesellschaftshaus Ressource, Klostergang 2: Jahresfeier.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

J. Kollert †. — Im hohen Alter von fast 82 Jahren verstarb am 8.11.1937 Herr Regierungsrat Prof. Dr. Julius Kollert. J. Kollert wirkte fast ein Menschenalter lang als Dozent für Elektrotechnik an der Staatlichen Akademie für Technik, deren Elektrotechnische Abteilung er im Jahre 1892 schuf, und hat sich während dieser Zeit als Lehrer und Fachschriftsteller um die deutsche Elektrotechnik Verdienste erworben, auf die wir schon mehrfach hinweisen konnten[1]). Ein großer Kreis von Fachmännern wird sich des alten Lehrers und Pioniers der Elektrotechnik stets gern erinnern.

E. Schmuck †. — Am 24.10.1937 verschied nach längerer Krankheit Herr Dir. Obering. Edmund Schmuck VDE, Chemnitz. Mit ihm verliert die Elektrotechnik im Sächsischen Bezirk einen hervorragenden Vertreter, der in mehr als 30jähriger zäher Arbeit eine große Zahl von Industrie- und Kraftanlagen erstellt hat. So konnte er allein 85 Dampfturbinen in Betrieb bringen und genoß besonders in der Papierindustrie als Fachmann einen ausgezeichneten Ruf. Edmund Schmuck wurde am 4.7.1878 in Weißenburg i. B. geboren und hat nach seiner Lehrzeit in Augsburg das Technikum München und Hildburghausen besucht. Anschließend war er in München und Zwickau tätig, bis er 1908 in Chemnitz als Technischer Vorstand das dortige AEG-Büro übernahm. Seine Fachgenossen schätzten ihn wegen seiner reichen Kenntnisse und seines einfachen und natürlichen Wesens. In den Herzen seiner Mitarbeiter hat er sich ein dauerndes gutes Gedenken gesichert.

BUCHBESPRECHUNG.

621.11

Leichte Dampfantriebe an Land, zur See und in der Luft. Technisch-wirtschaftliche Untersuchung über die Aussichten von vorwiegend leichten Dampfantrieben in ortsfesten Kraftwerken, auf Landfahrzeugen, Seeschiffen und in der Luftfahrt. Von F. Münzinger. Zugleich vollständig umgearb. Aufl. von „Die Aussichten von Zwanglaufkesseln". Mit 202 Abb. u. 20 Zahlentafeln, VIII u. 112 S. im Format 200×275 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 18 RM, geb. 20 RM.

Das Buch stellt die zweite Auflage der vor zwei Jahren erschienenen Schrift „Die Aussichten der Zwanglaufkessel" dar, der Inhalt ist jedoch völlig umgearbeitet und wesentlich erweitert. In der Zwischenzeit sind verschiedene neue Dampfkraftanlagen an Land und auf Schiffen in Betrieb gekommen, neue Betriebserfahrungen sind bekanntgeworden, und es ergeben sich neue Gesichtspunkte für die weitere Entwicklung. Die Hauptaufgabe für den Konstrukteur ist und bleibt seit vielen Jahren die Unterbringung großer Leistungen auf kleinem Raum und unter möglichst geringem Aufwand an Baustoffen. Münzinger zeigt, wie diese Aufgabe bisher angefaßt worden ist, und gibt mit gut ausgewählten Abbildungen einen Überblick über den Stand der Technik auf diesem Sondergebiet. Sein eigentliches Ziel ist jedoch die Prüfung der Frage, in welcher Richtung die weitere Entwicklung aussichtsreich erscheint. Allgemeine Überlegungen, rechnerische Untersuchungen über Gewichte, Kosten und Kraftbedarfszahlen geben wertvolle Hinweise. Mit besonderer Sorgfalt wird die Frage erörtert, welche Aussichten kleine Dampfbetriebe für Fahrzeuge und Flugzeuge im Wettkampf mit dem Verbrennungsmotor haben. — Es ist selbstverständlich, daß in einer solchen Arbeit auch ein persönlicher Standpunkt des Verfassers zum Ausdruck kommt, den der Leser vielleicht in manchen Punkten nicht immer teilen wird. Dadurch wird aber gerade die Diskussion über die schwebenden Fragen gefördert. Das Buch wird allen, die an der Weiterentwicklung der Konstruktion von Dampfkesseln und Dampfkraftmaschinen beteiligt sind, wertvoll sein.

A. Zinzen.

[1]) ETZ 52 (1931) S. 1180; 57 (1936) S. 1103.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Die Kathodenstrahl-Röhre, ihre Verwendung zu Meßzwecken. Von Ing. K. Nentwig. Mit 121 Abb. u. 169 S. im Format 135×205 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin 1937. Preis geh. 5 RM, geb. 6,20 RM.

[Das Buch behandelt in acht Abschnitten den Aufbau der Röhre, die Ablenkung, die Hilfsstromquellen, die lineare Zeitbasis, spezielle Verstärker und andere Hilfseinrichtungen, den Betrieb, das Festhalten der Schirmbilder und schließlich eine große Anzahl von Verwendungsmöglichkeiten bei allen nur denkbaren Messungen. Ein Anhang bringt Nomogramme und andere Arbeitshilfen. Das Werkchen dient nicht nur dem fortgeschrittenen Funktechniker, sondern sagt jedem Elektrotechniker etwas, der mit der Braunschen Röhre zu tun hat.] *Mbl.*

Schnellrechner für offene Starkstromleitungen. Nach P. Leybold. Verbesserte Ausführung: Aluminiumzunge in Kartonhülle mit Zellhornschutz und einem Erklärungsblatt. NBW-Verlag Dipl.-Ing. Paul Leybold, Geislingen-Stuttgart. Preis 4 RM.

[Der Schieber dient zur schnellen Ermittlung des Spannungsabfalles und Leitungsverlustes von Eisen-, Kupfer- und Aluminiumleitungen für die genormten Stromarten, Spannungen und Querschnitte. Die Vorderseite des Schiebers wird benutzt für Gleich- und Einphasenwechselstrom (cos $\varphi = 1$) bei Leistungen von 1,1 bis 100 kW. Mit Hilfe der Zahlentafeln auf der Rückseite ermittelt man die Daten von Dreh- und Einphasen-Wechselstromleitungen ohne Rücksicht auf Selbstinduktion und Kapazität bei Leistungen von 5 bis 450 kW.]

Fachzeichenheft für Elektrotechniker. 3. Heft: Ergänzungszeichnungen und Übungsaufgaben unter Verwendung der Din-Zeichen. Von H. Petzold. Mit 22 S. im Format 225×300 mm. Verlag Julius Beltz, Langensalza, Berlin, Leipzig 1937. Preis kart. 1,35 RM.

[Das offenbar für die Benutzung an Berufsschulen bestimmte Heft enthält Vordrucke mit Maschinen, Geräten usw., die durch Eintragung der Leitungslinien vom Schüler richtig verbunden (geschaltet) werden sollen. Es wird hauptsächlich das Gebiet der Elektromaschinen (Gleichstrommotoren, Asynchronmotoren, Transformatoren und einiges aus der Installation) behandelt.] *Fr. M.*

Umgang mit elektrischen Einrichtungen. Falsch und Richtig. Unter Mitarb. zahlr. Fachleute u. maßgeb. Körperschaften erarb. u. herausg. vom Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen (Datsch) E. V. 2. Aufl. Mit 11 S. im Format A 5. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1937. Preis geh. 0,40 RM.

[Die Elektro-Lehrblätter „Falsch—Richtig" sollen die Unfälle elektrischer Art vermindern helfen und wollen an Hand der leicht verständlichen Darstellungen, die dem täglichen Leben entnommen sind, das „Richtige" klar und deutlich einprägen.]

Lehrbuch zur Vorbereitung für die Ablegung der Gesellen- und Meisterprüfung im Elektro-Installateur-Handwerk. Im Auftrage des Reichsinnungsverbandes des Elektro-Installateur-Handwerks verfaßt von F. Bode. 18. Aufl. Mit 353 Abb. u. 477 S. im Format 140×185 mm. Selbstverlag des Reichsinnungsverbandes des Elektro-Installateur-Handwerks, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 61. Preis geb. 4,50 RM.

[Entsprechend den neuen Vorschriften für die Meisterprüfung ist die 18. Auflage erheblich umgearbeitet und erweitert worden. Neu aufgenommen wurden Durchlauferhitzer, Kühlschränke, Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors und Metalldampflampen.]

Digitized by Google

Blitz-Wirkungen bei Materialien aller Art und bei Mensch und Tier. (Gewitter-Schäden 7. Folge.) Von F. W. Preuß. Mit 51 Abb. u. 154 S. im Format 155×230 mm. Verlag H. Hormann, Altdamm b. Stettin 1937. Preis geh. 6,85 RM.

[Der Verfasser hat als langjähriger Sachverständiger für Gewitterschäden 155 Blitzschlagfälle zusammengetragen um an den Auswirkungen ein Bild über die mannigfachen Eigenschaften und Folgen des Blitzes zu geben.]

Prüfen und Messen. Vorträge der vom Verein deutscher Ingenieure am 1. und 2. Dezember 1936 in Berlin veranstalteten Tagung. Mit 482 Abb. u. 200 S. im Format A 4. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 10 RM.

[Das Berichtsheft vermittelt einen guten Überblick über den derzeitigen Stand des Prüf- und Meßwesens in der Wärmetechnik und in der Werkstatt. Die ETZ 58 (1937) hat auf S. 100, H. 4, über die Tagung berichtet.]

Transportable Rundfunk-Empfänger für Reise und Heim. 10 Bauanleitungen für neuzeitliche Reisegeräte. Von A. Ehrismann. 2. verbess. u. erweit. Aufl. Mit 53 Abb. u. Bauplänen u. 68 S. im Format 135×200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin 1937. Preis geh. 2 RM.

[Die neue Auflage zeigt den großen Fortschritt des Baues tragbarer Empfänger in den letzten 1½ Jahren, insbesondere natürlich von Koffergeräten, die nunmehr ganz unabhängig von Stromart und Spannung der Lichtleitung betrieben werden können: zu Hause unmittelbar am Netz, auf der Wanderung mit Batterie und im Gasthaus wieder am Netz. Die Zahl der Baubeschreibungen ist merklich größer geworden, sogar ein Super ist darunter.] *Mbt.*

24 neue Rundfunk-Empfängerschaltungen. Von Ing. E. Scholz. Mit 26 Abb. u. 74 S. im Format 135×200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin 1937. Preis geh. 1,50 RM.

[Das Büchlein bringt eine knappe Darstellung neuzeitlicher Empfangsschaltungen vom bescheidenen Einkreiser bis zum Vielröhren-Super und Kurzwellengerät; es ist ein Führer und Ratgeber für den Selbstbau.] *Mbt.*

Detektor-Fernempfänger. Von Ing. J. Winckelmann. 3. verbess. u. erweit. Aufl. Ausführl. Bauanleitungen m. 46 Abb. u. Bauplänen. 46 S. im Format 135×200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin 1937. Preis geh. 1,30 RM.

[Das Buch bringt alles, was man zum Bau einfacher, gut arbeitender Detektorempfänger braucht. Besonders hingewiesen sei auf die Reflexempfänger, die eine und dieselbe Röhre als Hoch- und Tonfrequenzverstärker benutzen. Auch ein Zwei-Röhren-Verstärker wird beschrieben.] *Mbt.*

Kurze Elektrizitäts- und Gerätelehre für Funker und Fernsprecher. Von Hauptmann Mügge. 4. neubearb. Aufl. Mit 55 Abb. u. 78 S. im Format 125×190 mm. Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1937. Preis kart. 1,20 RM.

[Das Büchlein liegt bereits in der vierten Auflage vor. Leichtverständlich ist in militärischer Kürze all das gesagt, was die Nachrichtentruppen zu ihrer Ausbildung benötigen. Die neuesten Geräte des Drahtnachrichten- und Funkdienstes sind berücksichtigt.]

Funktechnische Schaltungssammlung. Die Schaltungen der deutschen Rundfunkempfänger mit allen für die Prüfung und Instandsetzung notwendigen technischen Daten, für die Verwendung in Funkwerkstatt, Prüffeld und Laboratorium. herausg. v. E. Schwandt. 2. Band. Mit 50 Schaltungskarten u. 25 Trimmerplänen. Verlag Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, Berlin 1937. Preis des Gesamtwerkes, 250 Schaltungskarten und 25 Trimmerpläne in 2 Sammelmappen 44,50 RM.

[Alle erforderlichen Angaben für die ab 1928 auf dem Markt erschienenen gängigen Industrieempfänger sind gut geordnet auf der jedem Empfänger zugehörigen Karte vermerkt. Neu sind die den schwierigeren Geradeausempfängern und allen Superhets zugeordneten Trimmerpläne, die einen Neuabgleich leicht ermöglichen.]

Der Strompreis und die Stromtarife im Rahmen der deutschen Elektrizitätswirtschaft. Von Dr. F. Kuhn. (H. 6 der Würzburger Staatswissenschaftlichen Abhandlungen Reihe A: Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Von Prof. Dr. K. Bräuer.) Mit 15 Abb., XI u. 171 S. im Format 155×230 mm. Verlag Hans Buske, Leipzig 1937. Preis geh. 7 RM.

Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens 1936. Herausg.: Asociaţia Generală a Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică din România, A. P. D. E. (Verband der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien), Bukarest. Mit 1 Plan, XXVI und 182 S. im Format A 4. Zu beziehen durch das Zentralbüro der A.P.D.E., Bukarest, Bdul Take Ionescu Nr. 33 und durch die Sektion II der A.P.D.E. Hermannstadt, Str. C. Brâncoveanu Nr. 1. Preis geh. 400,— Lei.

[Die Statistik bringt im ersten Teil die Spannungen und das Stromsystem von 458 mit elektrischer Arbeit versorgten Ortschaften. Im 2. Teil sind die Daten von 208 öffentlichen Elektrizitätswerken und im 3. Teil wissenswerte Angaben von 360 Eigenanlagen angeführt. Der 4. Teil behandelt die elektrischen Straßenbahnen, während der 5. Teil Angaben über die Hochspannungs-Übertragungsleitungen aufweist. Eine Übersichtskarte gibt Aufschluß über die Lage der Eltwerke sowie über den Stand der Hochspannungsfernleitungen.] *Ths.*

Die Tagung für Elektrizitäts- und Gas-Wirtschaft, Graz 1937. 1. Festschrift mit zahlr. Abb. u. 112 S. im Format A 4. 2. Berichtsheft: Vorträge und Wechselreden gehalten auf der „Tagung für Elektrizitäts- und Gas-Wirtschaft" des Hauptverbandes der Elektrizitätswerke Österreichs, des Hauptverbandes der Gas- und Wasserwerke Österreichs und des Österreichischen Vereines von Gas- und Wasserfachmännern. Mit zahlr. Abb. u. 198 S. im Format A 4.

[Die Festschrift schildert an Hand zahlreicher Bilder den abwechslungsvollen Verlauf der Tagung in der Landeshauptstadt der Steiermark. Das Berichtsheft enthält als Ergebnis der Tagungsarbeit den Wortlaut der 16 Fachvorträge aus dem Gebiete der Energiewirtschaft.]

Normalisations, Specifications et Règles Techniques établies par l'Union des Syndicats de l'Électricité. Édition 1937—1938. Mit zahlr. Abb., XLVIII u. 1802 S. im Format 145×220 mm. Union des Syndicats de l'Électricité, Paris 8e, 54, Avenue Marceau. Preis geb. 90 Fr.

Lichttechnik. Von Dr. W. Köhler. (Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Von H. Pohl. Bd. 2. 16, neubearb. Aufl.) Mit 92 Abb., 21 Tafeln, VI u. 112 S. im Format A 5. Dr. Max Jänecke Verlagsbuchhandlung, Leipzig 1937. Preis kart. 1,80 RM.

Die Wälzlager. Von W. Jürgensmeyer. Mit 1207 Abb., 41 Tabellen, 5 Tafeln, XIII u. 498 S. im Format 200×275 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geb. 48 RM.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Aufl. Herausg. von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. System-Nummer 22: Kalium. Lieferung 3: Verbindungen bis Kalium und Tellur. Mit 282 S. im Format B 5. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 47 RM.

Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. 14. Aufl. Mit 135 Abb., 65 Zahlentafeln, X u. 591 S. im Format B 5. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1937. Preis geb. 15 RM.

Die besten Antennen. Von O. Kappelmayer und H. G. Engel. 2. neu bearb. u. erweit. Aufl. Mit 77 Abb., 3 Bauplänen, 7 Tabellen u. 97 S. im Format 140×200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin 1937. Preis kart. 1,95 RM.

Hartmetallwerkzeuge. Wirkungsweise, Behandlung, Konstruktion und Anwendung. Von Dr.-Ing. C. Agte und Dr.-Ing. K. Becker. 2. neu bearb. Aufl. Mit 144 Abb., 19 Tabellen u. 234 S. im Format A 5. Verlag Chemie G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geb. 18 RM.

Höhere Mathematik für Mathematiker, Physiker und Ingenieure. Von Prof. Dr. R. Rothe, unter Mitwirkg. v. Stud.-Rat O. Degosang. Teil IV: Übungsaufgaben mit Lösungen, Formelsammlung. 5. Heft: Raumkurven und Flächen, Linienintegrale und mehrfache Integrale. Mit 46 Abb. u. 54 S. im Format 130×205 mm. 6. Heft: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen nebst Anwendungen. Mit 13 Abb. u. 50 S. im Format 130×205 mm. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1937. Preis je Heft kart. 2,40RM.

Schwingende Kristalle und ihre Anwendung in der Hochfrequenz- und Ultraschalltechnik. Von Prof. Dr. L. Bergmann. Mit 42 Abb. u. 47 S. im Format 120×185 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1937. Preis kart. 1,20 RM.

Digitized by Google

Moderne Mehrgitter-Elektronenröhren. Von Dr. M. J. O. Strutt. 1. Bd.: Bau, Arbeitsweise, Eigenschaften. Mit 128 Abb., VI u. 131 S. im Format 160×240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 12,60 RM.

Normblatt DIN 1326 „Formen elektrischer Entladungen in Luft und anderen Gasen und Dämpfen (Gasentladungen)". Aufgestellt vom Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF) und vom Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE). Herausgegeben vom Deutschen Normenausschuß. Vertrieb durch Beuth-Verlag, Berlin. 1937.

Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Von Prof. O. Kraemer. Mit 179 Abb. u. 174 S. im Format 140×205 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis kart. 6,90 RM.

Die elektrischen Meßinstrumente. Kurze Beschreibung der gebräuchlichsten Meßinstrumente der Elektrotechnik. Von Prof. I. Herrmann. 4. neubearb. Aufl. Mit 120 Abb. und 137 S. im Format 105×160 mm. Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin und Leipzig 1937. Preis geb. 1,62 RM.

Taschenbuch für Fernmeldetechniker. Von Obering. H. Goetsch. 6. verbess. Aufl. Mit 1126 Abb., XV u. 740 S. im Format 130×185 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1937. Preis geb. 16 RM.

Verzeichnis von Schrifttum-Auskunftsstellen der Technik und verwandter Gebiete. Herausgegeben vom Deutschen Normenausschuß. Mit 64 S. im Format A 5. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 1,60 RM.

Einfache Lehrversuche mit Aluminium und seinen Legierungen. Von H. Pricks. Mit zahlr. Abb. im Format A 5. Verlag Aluminium-Zentrale Abt. Literar. Büro, Berlin W 9, 1937. Preis Inland 1,50 RM, Ausland 3 RM.

[Die stetig zunehmende Anwendung des Aluminiums und seiner Legierungen in der gesamten Technik erfordert, daß auch den Schülern der Berufsschulen die Möglichkeit gegeben wird, diesen wichtigen Werkstoff mit seinen Eigenschaften gründlich und einprägsam kennenzulernen. Die von H. Pricks ausgearbeiteten Schauversuche ermöglichen dies mit geringem Geräteaufwand. 6 Diapositive sind dem Buche beigelegt.]

Handbuch der gesamten Eisen-, Stahl- und Metallbewirtschaftung. Unter Mitarbeit hervorragender Sachkenner herausg. v. Dr. G. Brandt. Bd. 1 u. 2: Metalle I/II, Bd. 3: Eisen und Stahl. Im Format A 4. N.E.M.-Verlag und Buchvertrieb Dr. G. Lüttke, Berlin 1937. Preis in Sammelmappe Bd. 1 u. 2 30 RM, Bd. 3 13,80 RM.

[Das Handbuch, von dem die ersten drei Bände nunmehr vorliegen, enthält alle Vorschriften und Anordnungen der Metallbewirtschaftung (Bd. 1/2: unedle Metalle und Silber; Bd. 3: Eisen und Stahl) systematisch zusammengestellt und erklärt. Durch Nachträge, die jeweils sofort nach Erlaß neuer Anordnungen oder bei sonstigen wichtigen Änderungen des Bewirtschaftungssystems erscheinen, wird das Werk stets auf dem neuesten Stand gehalten.]

Der Spritzguß. Verfahren — Werkstoffe — Anwendung. Herausg. vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF) beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 79 S. im Format A 5. Verlag G. B. Teubner, Leipzig 1937. Preis kart. 3,20 RM.

[Der Spritzguß, ein Erzeugnis der unmittelbaren Umwandlung vom Rohstoff zur Fertigware, wird dank seiner wirtschaftlichen Herstellmöglichkeit für kleine leichte Bauteile in zunehmendem Maße verwendet. Das Buch berichtet über die Gießverfahren, die genormten Werkstofflegierungen und über die zu beachtenden Richtlinien beim Entwurf von Spritzgußteilen.]

Grundlagen der Wassermessung mit dem hydrometrischen Flügel. Von Dr.-Ing. W. Henn. VDI-Forschungsheft 385. Mit 41 Abb., 1 Zahlentafel u. 22 S. im Format A 4. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geh. 5 RM.

[Die Arbeit untersucht die theoretische und praktische Grundlage der Flügelmessung, sammelt das dazugehörige Schrifttum und befaßt sich im besonderen mit der umstrittenen Frage einer genauen Flügeleichung.]

Technik voran. Jahrbuch mit Kalender für die Jugend. 1938. Herausgeg. vom Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen E. V. (Datsch), Berlin. Mit zahlr. Abb. u. Tafeln u. 232 S. im Format 105×150 mm. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1937. Preis kart. 0,95 RM, ab 25 Stück je 0,85 RM.

[Auch für 1938 ist der Kalender „Technik voran" wieder in der bekannten Ausstattung erschienen.]

Doktordissertationen.

Theodor Dall, Vorschlag einer Prüfvorschrift für Wirtschaftlichkeitsprüfungen elektrischer Haushaltbacköfen. T. H. Hannover 1937.

Ludwig Mollwo, Hochspannungs-Gegeninduktivitäten mit kleinem Fehlwinkel. T. H. Hannover 1936.

Erich Schoene, Änderung des elektrischen Widerstandes bei Eisen-Chrom-Aluminium-Heizleitern für Temperaturen bis 1300°. T. H. Hannover 1937.

Helmut Kehler, Der Einfluß von Natrium-Ionen auf die Amalgamierbarkeit dünner Silberschichten. T. H. Danzig 1937. [Erschien auch in Z. Phys. 106 (1937).]

Albert Jungesblut, Über das Verhalten von Zündspannung und Brennspannung bei der „behinderten" Entladung in Abhängigkeit von der Elektrodenanordnung. T. H. Braunschweig 1936.

O. H. Knoll, Untersuchung der Eigenschaften und des Verhaltens von Sperrschichtzellen, insbesondere im Hinblick auf ihre Eignung zur objektiven Photometrie. T. H. Karlsruhe 1935. [Ein Auszug erschien in „Das Licht" 5 (1935) S. 167.]

Sonderdrucke.

Das Etzelwerk. Sonderdruck aus dem „Schweizerischen Energie-Konsument" 1937, Nr. 8 u. 9. Mit 12 Abb. u. 17 S. Bezug durch die Geschäftsstelle des Schweiz. Energie-Konsumenten-Verbandes, Zürich, Usteristr. 14. Preis 0,80 Fr.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Berlin. 2. 12. (Do), 17^{30}, T. H. Hörs. 241: „Die Gestaltung des Beleuchtungskörpers nach künstlerischen und technischen Gesichtspunkten." Architekt Dipl.-Ing. H. Stolper.

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft. Berlin. 7. 12. (Di), 19^{00}, Ingenieurhaus: Hauptversammlung „Meßwagen zur Untersuchung der Dampflokomotiven mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Ausführungen". (Mit Lichtb.). Dir. Prof. Dr.-Ing. Nordmann.

Berichtigungen.

Zu dem Bericht „Magnetische Zusatzverluste bei dreiphasigen Hochspannungsleitungen" [H. 44 der ETZ d. J., S. 1193] macht der Verfasser der Originalarbeit Herr Ch. Jean-Richard, in dankenswerter Weise darauf aufmerksam, daß die Versuche nicht, wie im Bericht angegeben im Netz des Elektrizitätswerkes Bern, sondern vielmehr im 150 kV-Netz der Bernischen Kraftwerke AG. stattfanden. Ferner ist in der wiedergegebenen Zahlentafel zweimal an Stelle der Worte „Querschnitt, insgesamt, mm^2", die Bezeichnung „Ganghöhe, mm" zu setzen.

Im Aufsatz „Neuere amerikanische Untersuchungen über Gewittereinflüsse auf Kraftübertragungs-Anlagen" im H. 46 der ETZ d. J. ist auf S. 1239 links, 6. Zeile von unten, das Wort „umgekehrten" zu streichen.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE
Zuschriften an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. H. Göschel, Berlin-Halensee, Paulsborner Str. 2.
Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar VDE, Bückeburg, Hermannstr. 2.
Dr.-Ing. H. G. Frühling VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Leibnizstr. 59.
Dr.-Ing. W. Janovsky, Berlin-Spandau, Klosterstr. 5.

Abschluß des Heftes: 26. November 1937.

Für den Textteil verantwortlich Harald Müller VDE in Berlin. Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 9. Dezember 1937** **Heft 49**

An die Herren Verfasser von Aufsätzen.

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können sowie im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir darum, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen drei ETZ-Seiten nicht überschreitet. Längere Arbeiten müssen meist zurückgestellt werden, bis der notwendige Raum zur Verfügung steht.

Für die Berechnung des Umfangs der Urschrift geben wir folgende Anhaltspunkte: Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf Bogen im Dinformat A 4 eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Bei Zugrundelegung dieser Maße wird etwa die obige Zahl von 60 Zeichen erreicht.

Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenzeilen in der Urschrift ($= {}^2/_3$ Schreibmaschinenseite) abzuziehen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Das ergibt beispielsweise bei 3 ETZ-Seiten mit 4 Bildern einen Urschriftsumfang von 9 Schreibmaschinenseiten und 10 Zeilen. Handelt es sich um größere Bilder, insbesondere solche, die über die Spaltenbreite hinausgehen, so ist sinngemäß mehr Platz abzusetzen.

Bei der Niederschrift der Aufsätze sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen" und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften" (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und -Schaltbilder zu berücksichtigen. Die Nichtbeachtung dieser Anleitungen erschwert das Druckfertigmachen und zögert den Veröffentlichungszeitpunkt der Aufsätze hinaus.

An dieser Stelle sei noch besonders darauf hingewiesen, daß sich die Anschriften der Verfasser der Aufsätze in jedem Heft auf der letzten Textseite unten befinden.

Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift.

Ein einfacher Gleichstrommeßwandler mit echten Stromwandlereigenschaften.

Von **W. Krämer VDE**, Berlin.

621. 314. 224 : 621. 317. 311

Übersicht. An Hand einer theoretischen Magnetisierungskurve wird gezeigt, daß sich das Prinzip des Wechselstromwandlers unter Verwendung einer Wechselstromhilfsspannung in einfacher Weise auf den Gleichstromwandler übertragen läßt. Durch Verwendung von geeignetem Kernwerkstoff und zweckmäßiger Schaltung erhält man einen Gleichstromwandler, der frei von beweglichen Teilen ebenso einfach und leistungsfähig wie der Wechselstromwandler ist.

Zur Messung hoher oder hochgespannter Gleichströme ohne Shunt sind mehrere Verfahren angegeben worden. Entweder wird das magnetische Feld des Gleichstromleiters unmittelbar durch schwingende oder umlaufende Spulen gemessen, oder man kompensiert es in einem Eisenring, der den Leiter ganz oder teilweise umgibt, und mißt den Kompensationsstrom. Letztere Einrichtung kann als echter Wandler bezeichnet werden, wenn man die Kompensation der Primär- und Sekundäramperewindungen als Kennzeichen des Stromwandlers betrachtet und der Abgleich selbsttätig erfolgt. Eine theoretisch einwandfreie Lösung nach dem Wandlerprinzip wurde von Nölke[1]) angegeben, der einen kleinen Gleichstromgenerator sein eigenes, vom primären Gleichstrom erzeugtes Erregerfeld kompensieren läßt und den Ankerstrom mißt.

Eine weitere Möglichkeit zur Gleichstrommessung gibt die durch Gleichstrom vormagnetisierte Wechselstromdrossel, deren Magnetisierungsstromaufnahme vom Gleichstrom abhängt. Sie wurde zuerst von Besag[2]) angewandt, der die Wechselstromwicklung zweier den Gleichstromleiter umgebenden Eisenringe mit entgegen-

[1]) Nölke, ETZ 57 (1936) S. 37.

[2]) Besag, ETZ 40 (1919) S. 436. G. Hauffe, ETZ 58 (1937) H. 34, S. 937; H. 36, S. 989.

22. bis 25. Mai 1938 • VDE-Mitgliederversammlung • Köln

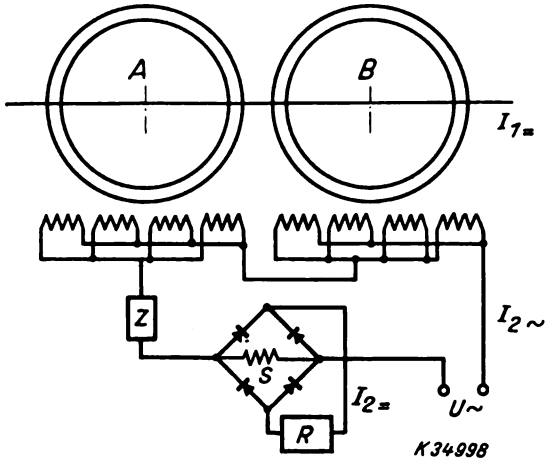
Digitized by Google

gesetztem Wickelsinn parallel schaltete. Die mit dieser Schaltung begonnene Entwicklung ist seinerzeit nicht fortgeführt worden.

Ein anderes Meßverfahren wurde von Rottsieper[3]) angegeben, das nach dem Grundsatz der Frequenzvervielfachung durch Gleichstromvormagnetisierung zweier Wechselstromdrosseln arbeitet. Durch eine geeignete Schaltung wird der Strom der zweiten Harmonischen herausgesiebt und dient als Maß für die Höhe des Gleichstromes.

Die im folgenden beschriebene Anordnung geht auf die Messung des Magnetisierungsstromes der vormagnetisierten Drossel zurück. Es soll gezeigt werden, daß unter Beobachtung einiger Eigenarten der Gleichstrom-Vormagnetisierung eine hochwertige Meßanordnung geschaffen werden kann, die ein echter Wandler ohne Anwendung beweglicher Teile oder wartungsbedürftiger Hilfseinrichtungen ist.

Die Behauptung, daß zwischen den primären Gleichstrom-AW. und den sekundären Wechselstrom-AW. eine echte Kompensation stattfindet, scheint zunächst befremdlich, ist aber einfach zu beweisen.



R Gleichstrombürde *S* Schutzdrossel *Z* Wechselstrombürde

Abb. 1. Neuer Gleichstromwandler.

Der Wandlerkern besteht nach Abb. 1 aus zwei geschichteten Eisenringen. Jeder Ring trägt mehrere gleichmäßig über seinen Umfang verteilte und parallel geschaltete Wechselstromwicklungen. Die Gesamtwicklung beider Ringe ist mit entgegengesetztem Wicklungssinn in Reihe geschaltet. Der Gleichstromleiter ist in einer oder mehreren Windungen durch beide Ringe geführt.

Es sei dem Wandlereisen zunächst die in Abb. 2 dargestellte ideale Magnetisierungskurve zugesprochen. Sie möge schon bei sehr kleiner Feldstärke ihren Höchstwert B_{max} erreichen und bei weiterer Magnetisierung parallel zur Abszisse der Gleichstrommagnetisierung verlaufen. Der Magnetisierung AW_1 entspreche der Punkt P bei $B = B_{max}$. Legt man jetzt an die Sekundärwicklung der Ringe nach Abb. 1 die Wechselspannung U, so muß ein Wechselfluß in den Ringen sich dem Gleichfluß überlagern, welcher der angelegten Spannung entspricht. Beispielsweise sei in der ersten Halbperiode die Wechselstrommagnetisierung in Ring A der Gleichstrommagnetisierung entgegengerichtet, in Ring B gleichgerichtet. Nach Voraussetzung ist aber eine Induktionserhöhung nicht mehr möglich. Es kann daher Ring B auf die Begrenzung des Magnetisierungsstromes keinen Einfluß ausüben. Anders verhält sich Ring A, in dem in der gleichen Halbperiode eine Flußsenkung erfolgen muß. Bevor die Flußsenkung erfolgen kann, muß die Gleichstrommagnetisierung AW_1 durch eine gleich starke Wechselstrommagnetisierung AW_2 kompensiert werden. Dann erst erfolgt die Ausbildung des Wechselfeldes durch Schwächung des bestehenden Gleichflusses unter Voraussetzung einer rechteckigen Magnetisierungskurve ohne weiteren AW.-Aufwand. Bei der nächsten Halbperiode übernimmt Ring A die Rolle von B. Es bildet also jeder Ring nur eine Flußhalbwelle aus.

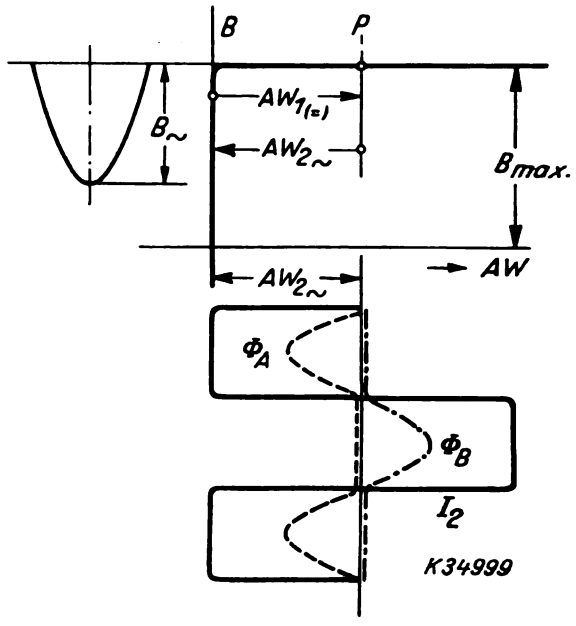


Abb. 2. Kompensation zwischen Gleich- und Wechselstrom-AW.

Hieraus folgt, daß der aufgenommene Magnetisierungsstrom im Idealfall eine rechteckige Kurvenform hat (s. Abb. 1, 2). Sein Höchstwert, der gleichzeitig auch sein Effektivwert ist, entspricht, mit der Windungszahl der Sekundärwicklung multipliziert, der Gleichstrommagnetisierung:

$$I_{2(\sim)}\, w_2 = I_{1(=)}\, w_1 .$$

Der Wandler braucht zur Erzielung der Transformation eine Wechselspannung als Hilfsspannung. Die Höhe der Spannung ist aber beim idealen Eisen ohne Einfluß auf den Sekundärstrom, da dem Wechselstromnetz nur der Kompensationsstrom entnommen wird. Die Spannung kann zwischen den Werten

$$U = \text{konst.} \times (0 \cdots B_{max})$$

schwanken. Ist der Wandler mit der ohmschen Bürde R belastet, so muß $U_{min} \geq I_2 R$ sein, da die jetzt erforderliche Leistung, welche die Primärseite naturgemäß nicht abgeben kann, dem Wechselstromnetz entnommen wird.

Ebenso wie die Spannungsunabhängigkeit läßt sich auch die Frequenzunabhängigkeit des Wandlers nachweisen.

Legt man die bisher verwandte rechteckige Magnetisierungskurve einem idealen Wechselstromwandler zugrunde, so haben Gleichstrom- und Wechselstromwandler folgende Eigenschaften gemeinsam:

1. Konstantes Übersetzungsverhältnis (Amperewindungsgleichheit),
2. Frequenzunabhängigkeit,
3. Belastungsunabhängigkeit,
4. Hystereseunabhängigkeit.

Richtet man den Wechselstrom der Sekundärseite gleich (s. Abb. 1), so ergibt seine rechteckige Kurvenform im Idealfall einen vollkommen wellenfreien Gleichstrom, der ebenfalls ohne Fehler die Bedingung der Amperewindungsgleichheit erfüllt.

Selbst starke Verzerrungen der Wechselspannung wirken sich nicht merklich auf den Sekundärstrom aus, da

[3]) Rottsieper, Arch. techn. Messen (1933) T. 103.

Digitized by Google

sie auf die Größe der Kompensationskomponente keinen Einfluß haben. Sie verzerren ausschließlich den feldbildenden „Magnetisierungsstrom", der als Fehlerstrom beim idealen Wandler unendlich klein ist.

Eine überraschende Erscheinung ist die vollkommene Übertragung der Welligkeit des Gleichstromes auf die Rechteckkurven der Sekundärseite, die trotz der Gegenschaltung der Wandlerringe erfolgt (s. Abb. 3 a u. b). Sie erklärt sich aus der magnetischen Unwirksamkeit je eines Wandlerringes in einer Halbperiode und vervollständigt damit das Bild des echten Wandlers.

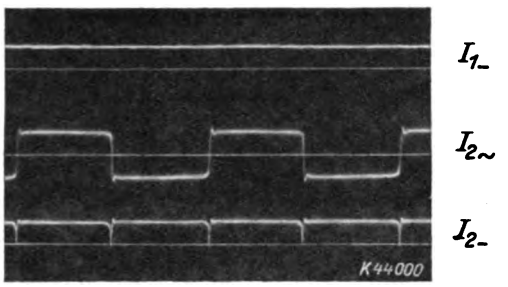


Abb. 3a. Primär- und Sekundärstrom im Gleichstromwandler.

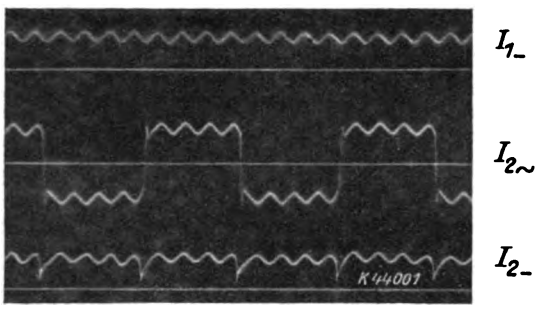


Abb. 3b. Übertragung von Oberwellen im Gleichstromwandler.

Eine eigenartige Rolle spielt die zweite Harmonische, die in der Spannungskurve der Teilspannung an einem Wandlerring auftritt und aus der Gesamtspannung wieder herausfällt. Sie wird durch die Ungleichheit der Flußhalbwellen innerhalb des Magnetisierungszyklus eines Ringes (s. Abb. 2) erzeugt. Unterbindet man ihre Entstehung durch eine gleichzeitig beide Ringe umschließende Kurzschlußwicklung oder durch Parallelschaltung der Sekundärwicklungen, so wird die Symmetrie der Flußhalbwellen im einzelnen Ring erzwungen. Es muß also in der zweiten Halbwelle eine Induktionserhöhung stattfinden, die bei gesättigtem Eisen nur durch einen überlagerten Luftfluß erzielt werden kann. Daher tritt in dieser Halbperiode eine hohe Stromspitze als Ausgleichstrom auf, die durch den Scheinwiderstand der Wicklung begrenzt wird. Damit verliert das Meßgerät seine klar definierte Wandlereigenschaft. Der Scheitelwert des Sekundärstromes steigt weit über den zur Kompensation erforderlichen Wert. Außerdem wird der Sekundärstrom nicht unbeträchtlich spannungsabhängig. Damit ist die Überlegenheit der Reihenschaltung der Wandlerringe als natürliche Wandlerschaltung erwiesen.

Bei der Reihenschaltung tritt die in beiden Ringen gleichphasige Spannung der zweiten Harmonischen im Gleichstromleiter auf. Da aber der Gleichstromwandler als Durchführungswandler gebaut wird und der Eisenquerschnitt der Ringe im Vergleich zum Wechselstromwandler sehr klein ist, beträgt diese induzierte Wechselspannung höchstens 0,1 V. Sie kann also keinen merkbaren Einfluß auf den Gleichstrom ausüben oder gar durch einen Ausgleichstrom auf der Gleichstromseite die Meßgenauigkeit des Wandlers beeinflussen.

Die zweite Harmonische in der Spannung der Wandlerringe, die bei Umkehr des Gleichstromes ihre Phasenlage um 180 ° ändert, gibt die oft erwünschte Möglichkeit, durch den Wandler ein Rückstromrelais zu betätigen. Führt man sie aus einer Hilfswicklung, die gleichzeitig beide Ringe umschließt, der Spannungsspule eines dynamometrischen Relais zu (s. Abb. 4) und erregt die

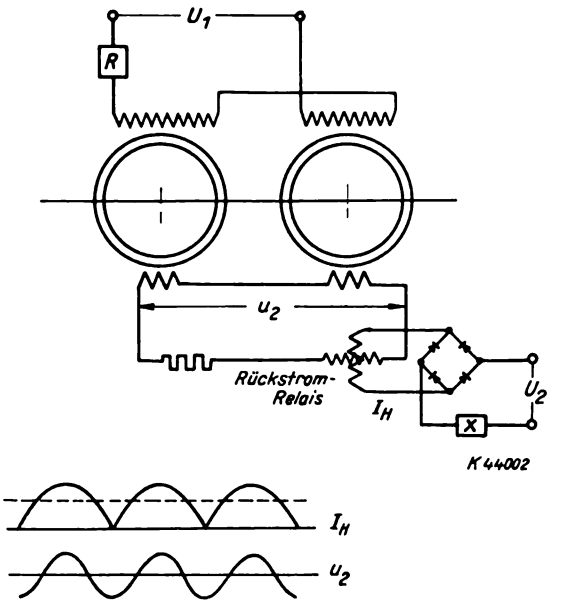


Abb. 4. Anschluß eines Rückstromrelais.

Stromspule mit einer unabhängigen zweiten Harmonischen gleicher Phasenlage, so entsteht ein Drehmoment, das sich mit wechselnder Gleichstromrichtung umkehrt. Man erhält die Hilfsfrequenz in einfacher Weise über die Doppelweg-Gleichrichtung eines 50periodigen Wechselstromes geeigneter Phasenlage durch einen Trockengleichrichter. Der hierdurch erzielte Wellenstrom enthält außer einer im Relais unwirksamen Gleichstromkomponente eine kräftige zweite Harmonische konstanter Phasenlage. Da die zweite Spannungsharmonische des Wandlers praktisch unabhängig von der Stärke des Gleichstromes ist und bei $^1/_{30}$ des Nennstromes noch fast ihren vollen Betrag hat, arbeitet das Rückstromrelais unter besonders günstigen Verhältnissen.

Bisher wurde der Wandler als echter Gleichstromwandler betrachtet und ihm daher auch nur die Belastung mit einer ohmschen Bürde zugemutet. Richtet man den Sekundärstrom gleich, so scheidet ja auch jede andere Belastungsmöglichkeit aus. Es ist zu erwarten, daß der Wandler bei einer Belastung seines nicht gleichgerichteten Sekundärstromes durch eine induktive Bürde ein Verhalten zeigt, für das beim Wechselstromwandler keine Parallele vorliegt. In der Induktivität findet die senkrechte Stirn der rechteckigen Stromhalbwelle einen hohen Widerstand und muß sich auch bei theoretisch unendlicher Ergiebigkeit des Wandlers etwas abflachen. Damit ist hier auch im Idealfall die Möglichkeit eines Wandlerfehlers gegeben. Ebenso wirkt sich der dem Eisenfluß überlagerte Luftfluß der Sekundärwicklung aus, der als der sekundäre Streufluß des Wandlers bezeichnet werden muß. Zur Konstruktion der sekundären Stromkurve kann man den Fluß der induktiven Bürde unter Beachtung des Windungsverhältnisses zum Luftfluß des Ringes addieren. Damit verliert die ideale Magnetisierungskurve im Sättigungsgebiet ihren zur X-Achse parallelen Verlauf und steigt unter einem konstanten Winkel an (s. Abb. 5). Bei der Entwicklung der Wechselstromhalbwelle aus der neuen Form der Magnetisierungskurve ist zu beachten, daß jetzt auch der Teil PX der Magnetisierungskurve zur Flußbildung beitragen kann. Dieses wird durch entsprechende Erhöhung der Neigung des Teiles $PA \rightarrow PA'$ berücksichtigt. Der weiteren Konstruktion wird die

Digitized by Google

Kurve $OA'P$ zugrunde gelegt. In Abb. 5 wurde bei Annahme einer hohen induktiven Bürde die Wechselstromkurve zu verschiedenen Wechselspannungen konstruiert. Man sieht, daß der Flächeninhalt der Stromkurve kleiner als die Fläche der umschriebenen rechteckigen Halbwelle des fehlerfreien Sekundärstromes geworden ist. Gleichzeitig geht aus der Abbildung hervor, daß man diesen Fehler durch Erhöhung der Wechselstromspannung wirksam bekämpfen kann.

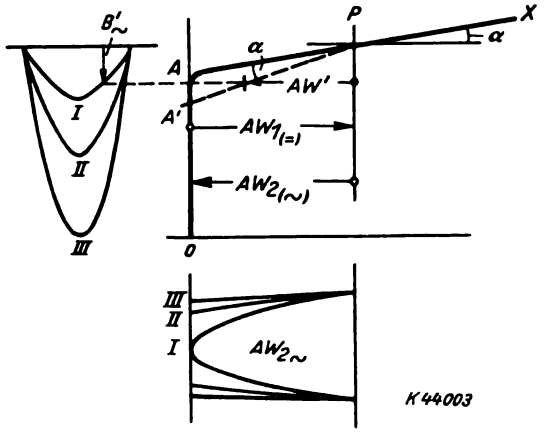


Abb. 5. Fehler durch induktive Belastung.

Die Überlegungen des letzten Teiles zeigten, wie man bei der Ausführung des Wandlers auf diese Eigenart Rücksicht zu nehmen hat. Unter Zugrundelegung einer technischen Magnetisierungskurve kann man durch sinngemäße Anwendung der Konstruktion nach Abb. 5 nachweisen, daß bei gleichem Fehler der Wandler ohmisch mit einer annähernd fünfmal höheren Bürde als induktiv belastet werden kann. Will man trotzdem den Wandler ohne Gleichrichtung mit einer hohen induktiven Bürde belasten, so muß man der Bürde einen Kondensator parallel legen, der den hochfrequenten Oberwellen der Rechteckkurve einen leichten Durchgang gestattet. Durch diese Maßnahme wird der Anschluß von Relais mit besonders hoher Induktivität auch bei nicht gleichgerichtetem Sekundärstrom möglich.

Es ist ferner ersichtlich, daß wegen des zunehmenden schädlichen Einflusses des Luftflusses mit steigender Amperewindungszahl die Beanspruchung des Eisens nicht unbegrenzt weit getrieben werden kann, da diese „innere" Bürde des Wandlers auch bei Gleichrichtung und rein ohmscher Belastung unvermeidlich ist. Damit wird der Ringdurchmesser in ein festes günstiges Verhältnis zur Gleichstromstärke treten. Gerade bei hochpermeablem Nickeleisen ist die Werkstoffausnutzung besonders gut.

Durch die Verwendung von Nickeleisen oder einem magnetisch ähnlichen Werkstoff mit scharfem Sättigungsknick kommt man der Forderung der rechtwinklig verlaufenden Magnetisierungskurve sehr nahe. Man erhält z. B. mit Mu-Metall einen Gleichstromwandler, der bei verhältnismäßig geringem Baustoffaufwand eine hohe Klassengenauigkeit mit guter Belastbarkeit verbindet. Eine Klassengenauigkeit von 0,5 und 1 % kann bei hoher Bürde gehalten werden. Abb. 3 zeigt den sekundären Strom des Wandlers vor und nach seiner Gleichrichtung. Da die Gleichrichter nur mit einem Bruchteil ihrer Nennspannung beansprucht werden und außerdem durch eine parallel geschaltete Nickeleisendrossel gegen eine unzulässige Größe des Überstromes geschützt werden können, ist die Anordnung kurzschlußsicher. Natürlich kann auch der sekundäre Wechselstrom unmittelbar zur Messung und Betätigung von Relais herangezogen werden.

Die dem idealen Wandler eigene Unabhängigkeit von der Größe der Wechselstrom-Hilfsspannung ist dem Nickeleisenwandler in hohem Maße eigen. Bei Schwankungen der Wechselspannung um 30 %, ein Betrag, der in üblichen Wechselstromnetzen wohl niemals annähernd erreicht wird, beträgt die Änderung des Sekundärstromes höchstens 0,2 %. Abb. 6a zeigt die sekundäre Strom-Spannungs-Kennlinie bei konstantem Gleichstrom. Der untere lineare Teil der Kurven entspricht dem Spannungsabfall in der inneren und äußeren Bürde.

Abb. 3b zeigt die Übertragung eines welligen Gleichstromes. Je nach der Verwendung von Wechselstrom- oder Gleichstrominstrumenten auf der Sekundärseite kann der Effektivwert oder Mittelwert des Wellenstromes gemessen werden.

Ein Eineichen der Instrumente ist bei der hohen Wandlergenauigkeit ebenso wenig wie beim Wechselstromwandler erforderlich. Mit dem gleichgerichteten Sekundärstrom können ohne weiteres Gleichstromzähler betätigt werden. Nach Abb. 1 wurde für die Sekundärwicklung eine Reihen-Parallelwicklung gewählt. Schaltet man die Wicklung eines Ringes in Reihe, so versuchen sich Gleich- und Wechselfluß teilweise zu verdrängen, wenn der Eisenring des Wandlers nicht konzentrisch in einem zum Gleichstromleiter konzentrischen Feld liegt. Die Teile des Ringes mit hoher Gleichstromfeldstärke übernehmen nur einen geringen Wechselfluß, und umgekehrt bildet sich eine unzulässig hohe Wechselflußinduktion in Teilen geringer Gleichstromfeldstärke aus. Es würde der ungünstige Fall einer sekundären Reihenschaltung von gleichen Einzelstromwandlern mit verschiedenen Primärströmen vorliegen. Löst man dagegen die Ringwicklung in mehrere parallel geschaltete Gruppen auf, so kann man sich jetzt den Wandler als eine Parallelschaltung aus mehreren gleichen Einzelwandlern mit verschiedener Primärstromstärke vorstellen, die unter gleichen Betriebsbedingungen arbeiten. Die Summe ihrer Sekundärströme ist der Summe der Gleichstrom-AW., also dem Linienintegral der Feldstärke proportional. Nach Einführung der Parallelschaltung im einzelnen Ring, die auch durch eine Reihenschaltung mit zusätzlicher Schubwicklung ersetzt werden kann, wird der Wandler praktisch von seiner Lage zum Gleichstromleiter unabhängig.

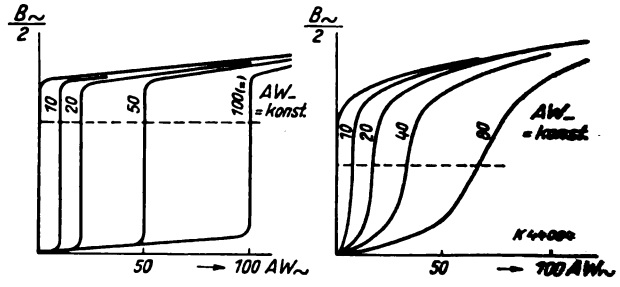


Abb. 6a. Nickeleisen (Mu-Metall). Abb. 6b. Transformatorenblech. Magnetisierungskennlinien bei Vormagnetisierung.

Stellt man nicht besonders hohe Ansprüche an die Wandlergenauigkeit, so kann man den hochpermeablen Werkstoff mit gutem Erfolg durch gewöhnliches Transformatorenblech ersetzen. Der Abweichung der Magnetisierungskurve vom theoretischen Verlauf entsprechend ist der Wandler jetzt empfindlicher gegen Schwankungen der Wechselspannung. Diese neue Fehlerquelle kann aber durch eine einfache Maßnahme stark gemildert werden. Bei gewöhnlichem Eisenblech nimmt die Kurve $B_{\sim} = f(AW_{\sim})$ bei konstanter Gleichstrommagnetisierung den in Abb. 6b gezeigten Verlauf. Man sieht, daß die Wechselstrom-AW. wenigstens in einem kleinen Bereich, der zwischen 9000 und 11 000 Gauß der Wechselflußinduktion liegt, in befriedigendem Maße von der Induktion und damit von der Spannung unabhängig sind. Legt man den Wandler für eine mittlere Wechselflußinduktion von 10 000 Gauß aus, so erhält man in einem Bereich von 5 bis 50 $AW_{(=)}$/cm bei einer Schwankung der Wechselspannung von ± 10 % eine Änderung des Sekundärstromes von ± 1,2 bis 1,5 %. Durch Parallelschaltung eines kleinen Kondensators unmittelbar an den Wandler-

Digitized by Google

klemmen kann im unteren Meßbereich die Spannungsunempfindlichkeit noch bedeutend verbessert werden. Im Gegensatz zum Wandler mit praktisch rechteckiger Magnetisierungskurve müssen jedoch jetzt die Meßinstrumente eingeeicht werden, da die Kurve $I_2 = f(I_1)$ eine leichte Krümmung aufweist.

Auch bei dem Wandler mit gewöhnlichem Eisenkern spielt die Hysterese keine störende Rolle. Bei einer Wechselflußinduktion über 3000 Gauß sind hier keine Hystereseerscheinungen mehr nachzuweisen.

Zusammenfassung.

Der statische Gleichstromwandler aus hochpermeablem Werkstoff ist ein Präzisionsmeßgerät mit allen Eigenschaften eines echten Stromwandlers, der sich vor allem auch zur Leistungsmessung und genauen Stromzählung eignet. Bei der Verwendung von gewöhnlichem Eisenblech erhält man einen Wandler, der bei richtiger Auslegung zur Strommessung und zur Betätigung von Relais in vielen Fällen ausreicht.

Zusammensetzung der Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen beliebiger Kurvenform und neue Leistungsdefinitionen für unsymmetrische Mehrphasenströme beliebiger Kurvenform.

Von W. Quade VDE, Karlsruhe.

621. 3. 012 : 538. 551. 42/.3

Übersicht. Ausgehend von den von S. Fryze für den einfach geschlossenen Stromkreis mit Spannung und Strom beliebiger Kurvenform aufgestellten Definitionen der Wirk-, Blind- und Scheinleistung werden die aus diesen Definitionen folgenden Gesetze für die Addition dieser Leistungen hergeleitet und damit diese Leistungsbegriffe auf beliebige elektrische Netze ausgedehnt. Die Additionsgesetze werden insbesondere auf das unsymmetrische Dreiphasensystem mit Spannungen und Strömen beliebiger Kurvenform angewandt. Anschließend werden die für das Dreiphasensystem praktisch bedeutungsvollen Begriffe Recht- und Bauleistung besprochen. An zahlreichen Beispielen wird die Anwendung aller dieser Begriffe auf das Dreiphasensystem dargelegt.

Bei der Definition der bekannten Begriffe der Wirk-, Blind- und Scheinleistung pflegt man im allgemeinen sinusförmige Spannungen und Ströme vorauszusetzen. Bei dem Versuch, diese Begriffe auf Stromkreise mit Spannungen und Strömen beliebiger Kurvenform auszudehnen, sah man sich bald vor große Schwierigkeiten gestellt. Zahlreiche in den letzten Jahren über diesen Gegenstand erschienene Arbeiten zeugen von den Bemühungen, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Es sei hier nur auf die wertvollen Aufsätze von F. Emde[1]) und S. Fryze[2]) hingewiesen. Trotzdem kam man über die Behandlung einfacher Stromkreise kaum hinaus. Es fehlte vor allen Dingen die Klärung einer Reihe grundsätzlicher Fragen, welche wichtige Eigenschaften dieser Leistungen betreffen. Die wichtigste Frage, von deren Beantwortung die vollständige Lösung des Problems abhängt, ist die folgende: Nach welchem Gesetz sind bei einem beliebigen Wechselstromnetz mit nichtsinusförmigen Spannungen und Strömen die resultierende Blindleistung aus den Einzelblindleistungen und die resultierende Scheinleistung aus den Einzelscheinleistungen zu berechnen? Für die Wirkleistung erledigt sich diese Aufgabe in einfacher Weise, denn nach dem Satz von der Erhaltung der Energie ist die resultierende Wirkleistung gleich der (algebraischen) Summe der Einzelwirkleistungen. Da entsprechende Gesetze für die Zusammensetzung der Blind- und der Scheinleistung fehlten, mußten alle Bemühungen, in der Frage der Definition der Blind- und Scheinleistung weiterzukommen, zunächst ergebnislos verlaufen. Besonders fühlbar wurde diese Lücke bei dem Versuch, die verschiedenen Leistungen für die Mehrphasensysteme zu definieren.

Die Lösung des erwähnten Problems hat der Verfasser in zwei früheren Arbeiten[3]) angegeben. Im folgenden sollen nun unter Benutzung der in diesen Arbeiten entwickelten Verfahren sowie der dort gefundenen Ergebnisse die Begriffe der Wirk-, Blind- und Scheinleistung für nichtsinusförmige Spannungen und Ströme nochmals kurz erklärt und ihre Eigenschaften — von grundsätzlicher Bedeutung sind dabei die Gesetze für die Zusammensetzung der Blind- und der Scheinleistung — ausführlich an Hand von Beispielen erläutert werden. Durch die zahlreichen Beispiele soll das Verständnis der dem Elektrotechniker ungewohnten und daher vielleicht etwas schwierig erscheinenden Betrachtungsweise erleichtert und die neuen Verfahren damit einem größeren Kreis zugänglich gemacht werden. An den Beispielen zeigt sich die praktische Bedeutung der neuen Definitionen. Der ganze Fragenkreis läßt sich am einfachsten mit Hilfe eines neuen Vektordiagramms untersuchen, das eine Darstellung von Spannungen und Strömen beliebiger Kurvenform gibt[4]). Dabei werden den Spannungen und Strömen beliebiger Kurvenform nach gewissen Gesetzen Vektoren zugeordnet, mit deren Hilfe sich die verschiedenen Leistungen durch Produkte von Vektoren darstellen lassen. Bei diesen Vektoren handelt es sich nicht um Zeiger, wie man sie bei Wechselstromrechnungen gewöhnlich zu benutzen pflegt, sondern um Vektoren im Sinne der Vektorrechnung[5]). Aus dieser einfachen Darstellung der Leistungen gelingt es dann, die Gesetze für die Zusammensetzung der verschiedenen Leistungen zu entwickeln. Dabei sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Gesetze nicht auf Grund anderweitiger Überlegungen in die Betrachtungen hineingetragen sind, sondern zwangsläufig aus den Definitionen folgen. Sie stehen und fallen also mit den Definitionen.

Vielfach hat man bisher versucht, diese Gesetze dadurch zu gewinnen, daß man die Spannungen und die Ströme zunächst nach Fourier zerlegte und dann jede Teilschwingung einzeln behandelte[6]). Dieser Weg ist um-

[1]) F. Emde, ETZ 51 (1930) S. 533.

[2]) F. Fryze, ETZ 53 (1932) S. 596, 625 u. 700. Dort ist auch eine Zusammenstellung des bis zum Jahre 1932 erschienenen einschlägigen Schrifttums über diesen Gegenstand gegeben. Außer auf die dort angeführten sei noch auf folgende Arbeiten hingewiesen: Franz Buchholz, Elektro-J. 1 (1921) September-Heft, S. 15; H. L. Curtis und F. B. Silsbee, Electr. Engng. 54 (1935) S. 394.

[3]) W. Quade, Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 130 u. 798.

[4]) Eine ausführliche Begründung der Darstellung von Spannungen und Strömen beliebiger Kurvenform durch Vektordiagramme befindet sich in den obengenannten Arbeiten des Verfassers.

[5]) Hier sei kurz an die Erklärungen des inneren und des äußeren Produktes von Vektoren erinnert. Das innere Produkt zweier Vektoren $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ ist gleich dem Produkt der Längen der beiden Vektoren multipliziert mit dem Cosinus des Winkels φ, den die Richtungen der beiden Vektoren einschließen.

$$\mathfrak{A}\mathfrak{B} = |\mathfrak{A}| \cdot |\mathfrak{B}| \cdot \cos\varphi.$$

Das äußere Produkt der beiden Vektoren $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ wird $\mathfrak{A} \times \mathfrak{B}$ oder $[\mathfrak{A}\mathfrak{B}]$ geschrieben und ist ein Bivektor. Der Betrag dieses Bivektors ist $|\mathfrak{A}| \cdot |\mathfrak{B}| \cdot |\sin\varphi|$. Geometrisch ist ein Bivektor durch ein Parallelogramm darzustellen. Im dreidimensionalen Raum kann an die Stelle des Parallelogramms ein Pfeil treten. In der Ebene ist das äußere Produkt ein Skalar.

[6]) C. Budeanu, Veröffentl. Nr. 2 und 4 des Inst. nat. Roumaine pour l'étude de l'aménagement et de l'utilisation des sources d'énergie, 1927; Curtis u. Silsbee, Electr. Engng. 54 (1935) S. 394.

Digitized by Google

ständlich und führt zu einem komplizierten System von Definitionen. Der im folgenden eingeschlagene führt unmittelbar zum Ziel, kommt mit einer geringeren Anzahl von Begriffen aus und liefert infolgedessen ein bedeutend einfacheres System von Definitionen.

Wir gehen von dem einfach geschlossenen Stromkreis aus und definieren für diesen Wirk-, Blind- und Scheinleistung. An einen solchen Stromkreis denken wir uns eine Spannung u von beliebiger Kurvenform angelegt. Sie erzeuge einen Strom i, der ebenfalls beliebige Kurvenform haben möge. Strom und Spannung seien bekannte Funktionen der Zeit t, beide sollen die Periode T haben.

Wenn wir hier Spannung und Strom als bekannte Funktionen der Zeit voraussetzen, so geht daraus hervor, daß wir es für nötig halten, gänzlich davon abzusehen, durch welche Gesetze der Elektrodynamik Strom und Spannung miteinander verknüpft sind, ebenso wie wir von einer Beschreibung der Eigenschaften des Stromkreises absehen[7]). Wir nehmen entweder an, daß der Strom nach bekannten Gesetzen aus der Spannung berechnet sei, oder daß Spannungs- und Stromverlauf durch oszillographische Aufnahmen gegeben seien. Es hieße die Allgemeinheit der Betrachtungen in unzulässiger Weise einschränken, wenn man nur Induktivität und Kapazität, also die Träger magnetischer und elektrischer Energie, als Blindstromerzeuger zuließe. Vielmehr ist es so, daß die mannigfachsten Umstände, wie Lichtbogen, magnetische Sättigung u. a., kurz jeder Widerstand, der kein ohmscher Widerstand ist, Anlaß zum Auftreten von Blindströmen geben. Wie S. Fryze[8]) dargelegt hat, kann schon ein geeignet wirkender Unterbrecher, den man sicherlich nicht als Träger magnetischer oder elektrischer Energie ansehen kann, als Blindstromerzeuger wirken. Die Auffassung, die bei Sinusspannungen und Sinusströmen wohl am Platze ist, daß Blindstromerzeuger gleichzeitig auch Träger magnetischer und elektrischer Energie sein müssen, erweist sich hier als zu eng. Das hier entscheidende Kriterium für das Auftreten von Blindstrom ist einzig und allein die Tatsache, daß die mittlere Leistung kleiner als das Produkt der Effektivwerte aus Spannung und Strom ist. Den Ursachen dieser Erscheinung wird hier aus den eben dargelegten Gründen nicht nachgegangen.

Wie S. Fryze[9]) gezeigt hat, ist stets eine eindeutige Zerlegung des Stromes in Wirk- und Blindstrom möglich. Auf diese Zerlegung gründet sich die Definition von Wirk-, Blind- und Scheinleistung. Wir knüpfen hier gleich an die von mir gegebene Darstellung der verschiedenen Leistungen durch Produkte von Vektoren an.

Sowohl der Spannung $u(t)$ wie dem Strom $i(t)$ können wir je einen Vektor zuordnen, $\mathfrak{U}$ sei der Spannungsvektor, $\mathfrak{I}$ der Stromvektor. Diese Vektoren[10]) sind im wesentlichen durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

1. Die Längen der Vektoren $\mathfrak{U}$ und $\mathfrak{I}$ sind gleich den Effektivwerten von $u(t)$ und $i(t)$.

$$\mathfrak{U}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u^2\,\mathrm{d}t, \qquad \mathfrak{I}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T i^2\,\mathrm{d}t.$$

2. Das innere Produkt aus Spannungs- und Stromvektor ist gleich der mittleren Leistung.

$$\mathfrak{U}\,\mathfrak{I} = \frac{1}{T}\int_0^T u(t)\,i(t)\,\mathrm{d}t.$$

Diese Vektordarstellung periodisch veränderlicher Größen kann als Verallgemeinerung der in der Wechselstromrechnung gebräuchlichen Zeigerdarstellung sinusförmiger Größen angesehen werden. Für sinusförmige Größen geht unser Vektorbild in das gewöhnliche Zeigerbild über. Im Gegensatz zu den zeitabhängigen Drehzeigern sind unsere Vektoren, da sie aus zeitlichen Mittelwertsbildungen über skalare Größen gewonnen werden, feste von der Zeit unabhängige Vektoren.

Mit Hilfe der eben erklärten Vektoren $\mathfrak{U}$ und $\mathfrak{I}$ drücken sich die verschiedenen Leistungen in folgender Weise aus:

1. Die Wirkleistung ist gleich dem inneren Produkt aus Spannungs- und Stromvektor:

$$N_w = \mathfrak{U}\,\mathfrak{I}.$$

2. Die Blindleistung ist gleich dem Betrag des äußeren Produktes aus Spannungs- und Stromvektor:

$$N_b = |\mathfrak{U} \times \mathfrak{I}|.$$

3. Die Scheinleistung ist gleich dem Produkt der Beträge des Spannungs- und des Stromvektors:

$$N_s = U\,I.$$

Zwischen Wirk-, Blind- und Scheinleistung besteht die Beziehung

$$N_s^2 = N_w^2 + N_b^2.$$

Bei dieser Art Wirk-, Blind- und Scheinleistung zu definieren, tritt der Begriff der Verzerrungsleistung nicht auf. Er ist hier überflüssig und ist nur bei dem Versuch, die Verallgemeinerung der Leistungsbegriffe mit Hilfe der Zerlegung nach Fourier vorzunehmen, in die Betrachtungen hineingekommen[11]).

Auch der Begriff der Phasengleichheit läßt sich auf Spannungen und Ströme beliebiger Kurvenform übertragen. Wir sagen, der Strom $i(t)$ ist mit der Spannung $u(t)$ „in Phase", wenn $i(t) = c\,u(t)$, wobei c eine von t unabhängige positive Konstante ist, anders ausgedrückt, wenn die Ordinaten der Stromkurve den Ordinaten der Spannungskurve proportional sind und die Proportionalitätskonstante positiv ist. Damit nach dieser Erklärung Strom und Spannung in Phase sind, ist notwendig, daß sie gleichzeitig durch Null gehen, aber diese Bedingung ist nicht hinreichend. Sind Strom und Spannung in Phase, dann haben die entsprechenden Vektoren gleiche Richtung und gleichen Richtungssinn.

Beispiel: Sinusförmige Spannung, rechteckförmiger Strom (zweidimensionale Vektoren).

$$\text{Spannung: } u = 100\sqrt{2}\,\sin\omega t,$$

$$\text{Strom: } i = \begin{cases} 10 \text{ für } 0 < t < \frac{1}{2}T, \\ -10 \text{ für } \frac{1}{2}T < t < T. \end{cases}$$

Die Effektivwerte von Spannung und Strom berechnet man leicht zu

$$U = 100\,\mathrm{V}, \quad I = 10\,\mathrm{A}.$$

Die Wirkleistung wird

$$N_w = \frac{1}{T}\int_0^T u\,i\,\mathrm{d}t = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} 100\cdot\sqrt{2}\cdot 10\cdot\sin\omega t\,\mathrm{d}t = 901\,\mathrm{W}.$$

Daraus konstruiert man die Vektoren $\mathfrak{U}$ und $\mathfrak{I}$ am zweckmäßigsten in folgender Weise. Man legt den Vektor $\mathfrak{U}$ in die i-Richtung[12]). Seine Länge ist gleich dem Effektivwert U, daher

$$\mathfrak{U} = U\,\mathfrak{i} = 100\,\mathfrak{i}.$$

---

[7]) Dieser Standpunkt hat viel Ähnlichkeit mit dem, den man in der Bewegungslehre (Kinematik) einnimmt. In diesem Teil der Mechanik wird nur die Bewegung als solche untersucht. Die Ursachen, welche die Bewegung hervorrufen, werden dabei nicht in den Kreis der Betrachtungen gezogen. So werden in der Bewegungslehre bei der Untersuchung der Bewegung eines Punktes die drei Raumkoordinaten des Punktes beispielsweise einfach als bekannte Funktionen der Zeit vorausgesetzt, ohne daß irgendwelche Betrachtungen über das Zustandekommen der betreffenden Bewegung angestellt werden.

[8]) a. a. O.

[9]) a. a. O., vgl. auch W. Quade, Arch. Elektrotechn. 28 (1934) S. 130.

[10]) Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß es sich hierbei nicht um Zeiger, sondern um gewöhnliche Vektoren handelt.

[11]) Vgl. Fußnote 6. Das soll nicht heißen, daß man den Begriff der Verzerrungsleistung nicht definieren kann, sondern daß man bei den Betrachtungen über Wirk-, Blind- und Scheinleistung ganz ohne ihn auskommt.

[12]) Hier und im folgenden sind unter $\mathfrak{i}$, $\mathfrak{j}$, $\mathfrak{k}$ . . . immer orthogonale Einheitsvektoren zu verstehen.

Digitized by Google

Nunmehr macht man den Ansatz $\mathfrak{J} = a_x \mathfrak{i} + a_y \mathfrak{j}$ und bestimmt[13]) zuerst a_x aus $\mathfrak{U}\mathfrak{J} = U a_x = N_w$. Das liefert $a_x = 9{,}01$ A. Schließlich folgt a_y aus $\mathfrak{J}^2 = a_x^2 + a_y^2 = I^2$ zu $a_y = \sqrt{I^2 - a_x^2} = 4{,}34$ A, somit

$$\mathfrak{J} = 9{,}01\,\mathfrak{i} + 4{,}34\,\mathfrak{j}.$$

Die i-Komponente des Stromes ist gleich dem Effektivwert des Wirkstromes, die j-Komponente gleich dem Effektivwert des Blindstromes.

Leistungen: $N_w = \mathfrak{U}\mathfrak{J} = 901$ W, $N_b = |\mathfrak{U} \times \mathfrak{J}| = 434$ W,

$$N_s = U I = 1000 \text{ W}.$$

Bei unserm Beispiel haben wir Spannung und Strom als bekannte Funktionen der Zeit vorausgesetzt. Damit ist eigentlich mehr vorausgesetzt worden, als zur Bestimmung der Leistungen nötig ist, denn hierzu ist die Kenntnis der Kurvenform oder der Fourier-Zerlegung von Strom und Spannung zwar hinreichend, aber nicht notwendig. Es genügt, zu kennen:

1. die Effektivwerte von Spannung und Strom, U und I;
2. die Wirkleistung N_w.

Denn mit diesen Größen folgt die Scheinleistung zu $N_s = U I$ und die Blindleistung zu $N_b = \sqrt{N_s^2 - N_w^2}$.

Die hier gegebene Behandlung unseres einfachen Beispiels war im wesentlichen schon im vorigen Jahrhundert bekannt. Man hat aber immer gegen sie eingewendet, daß es an einer Vorschrift fehle, nach welcher man solche Blindleistungen zusammensetzen (addieren) könne.

Um eine solche Vorschrift zu gewinnen, hat man die für den einfach geschlossenen Stromkreis erklärten Begriffe der Wirk-, Blind- und Scheinleistung auf beliebige elektrische Netze auszudehnen. Des leichteren Verständnisses wegen behandeln wir zunächst die einfachen Fälle von Reihen- und Parallelschaltung.

Es seien zwei Leiter in Reihe geschaltet, und es sei $i(t)$ der in beiden Leitern fließende Strom. Sind $u_1(t)$ und $u_2(t)$ die Spannungsabfälle in den beiden Leitern, dann ist der gesamte Spannungsabfall $u(t) = u_1(t) + u_2(t)$. Das entsprechende Vektordiagramm baut sich hier aus drei Vektoren $\mathfrak{U}_1$, $\mathfrak{U}_2$, $\mathfrak{J}$ auf, die im allgemeinen im Dreidimensionalen zu deuten sind. Die in den einzelnen Leitern auftretenden Leistungen sind:

$$N_{w_1} = \mathfrak{U}_1 \mathfrak{J}, \qquad N_{w_2} = \mathfrak{U}_2 \mathfrak{J}.$$
$$N_{b_1} = |\mathfrak{U}_1 \times \mathfrak{J}|, \qquad N_{b_2} = |\mathfrak{U}_2 \times \mathfrak{J}|.$$

Die Vektorprodukte $\mathfrak{U}_1 \times \mathfrak{J}$ und $\mathfrak{U}_2 \times \mathfrak{J}$ können hier, da wir uns im Dreidimensionalen befinden, in üblicher Weise als Vektoren (Pfeile) gedeutet werden.

$$N_{s_1} = U_1 I, \qquad N_{s_2} = U_2 I.$$

Die Gesetze für die Zusammensetzung der verschiedenen Leistungen folgen aus dem Umstand, daß der Beziehung

$$u(t) = u_1(t) + u_2(t)$$

die Vektorbeziehung

$$\mathfrak{U} = \mathfrak{U}_1 + \mathfrak{U}_2$$

entspricht.

Daher gilt für die resultierende Wirkleistung

$$N_w = \mathfrak{U}\mathfrak{J} = \mathfrak{U}_1\mathfrak{J} + \mathfrak{U}_2\mathfrak{J} = N_{w_1} + N_{w_2}.$$

Sie setzt sich additiv aus den Einzelwirkleistungen zusammen.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse bei der resultierenden Blindleistung. Damit kommen wir, während das Bisherige noch allgemein bekannt war, zu etwas Neuem. Die Blindleistung ist gegeben durch den Betrag des Vektors

$$\mathfrak{N}_b = \mathfrak{U} \times \mathfrak{J} = (\mathfrak{U}_1 \times \mathfrak{J}) + (\mathfrak{U}_2 \times \mathfrak{J}) = \mathfrak{N}_{b_1} + \mathfrak{N}_{b_2}.$$

Die Blindleistungen addieren sich also nicht algebraisch, sondern geometrisch.

[13]) Ist $\mathfrak{A} = a_x \mathfrak{i} + a_y \mathfrak{j} + a_z \mathfrak{k}$, $\mathfrak{B} = b_x \mathfrak{i} + b_y \mathfrak{j} + b_z \mathfrak{k}$, so ist definitionsgemäß $\mathfrak{A}\mathfrak{B} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$ und $\mathfrak{A} \times \mathfrak{B} = (a_y b_z - a_z b_y)\,\mathfrak{i} + (a_z b_x - a_x b_z)\,\mathfrak{j} + (a_x b_y - a_y b_x)\,\mathfrak{k}$.

Der resultierende Blindleistungsvektor ist gleich der Summe der einzelnen Blindleistungsvektoren. Das folgt daraus, daß $\mathfrak{U}_1$, $\mathfrak{U}_2$ Vektoren sind, und daß man beim äußeren Produkt Klammern auflösen darf.

Die resultierende Scheinleistung ist

$$N_s = U I = \sqrt{N_w^2 + N_b^2},$$

somit gleich der Wurzel aus der Summe der Quadrate der resultierenden Wirkleistung und der resultierenden Blindleistung. Auch die Scheinleistungen addieren sich nicht algebraisch, sondern geometrisch.

Beispiel: Sinusförmige Spannungen, Strom mit dritter Oberwelle (dreidimensionale Vektoren).

Spannungen:

$$u_1 = 100\sqrt{2}\sin\omega t, \qquad u_2 = 100\sqrt{2}\cos\omega t,$$
$$u = u_1 + u_2 = 100\sqrt{2}(\sin\omega t + \cos\omega t).$$

Strom:

$$i = 10\sqrt{2}\sin\omega t + 10\sqrt{2}\sin 3\omega t.$$

Vektoren:

$$\mathfrak{U}_1 = 100\,\mathfrak{i}, \quad \mathfrak{U}_2 = 100\,\mathfrak{j}, \quad \mathfrak{J} = 10\,\mathfrak{i} + 10\,\mathfrak{k}.$$

Die Vektoren $\mathfrak{U}_1$, $\mathfrak{U}_2$, $\mathfrak{J}$ lassen sich hier (im Gegensatz zu dem ersten Beispiel) sofort anschreiben, da die Spannungen und der Strom nach Fourier in ihre Komponenten zerlegt sind. Die Komponenten der einzelnen Vektoren sind hier gleich den Effektivwerten der $\sin\omega t$-, $\cos\omega t$- und $\sin 3\omega$ t-Anteile.

Wirkleistungen:

$$N_{w_1} = \mathfrak{U}_1\mathfrak{J} = 1000 \text{ W}, \qquad N_{w_2} = \mathfrak{U}_2\mathfrak{J} = 0 \text{ W},$$
$$N_w = N_{w_1} + N_{w_2} = 1000 \text{ W}.$$

Blindleistungsvektoren und Blindleistungen:

$$\mathfrak{N}_{b_1} = \mathfrak{U}_1 \times \mathfrak{J} = -1000\,\mathfrak{j}, \qquad N_{b_1} = 1000 \text{ W},$$
$$\mathfrak{N}_{b_2} = \mathfrak{U}_2 \times \mathfrak{J} = 1000\,\mathfrak{i} - 1000\,\mathfrak{k}, \qquad N_{b_2} = 1414 \text{ W},$$
$$\mathfrak{N}_b = \mathfrak{U} \times \mathfrak{J} = 1000\,\mathfrak{i} - 1000\,\mathfrak{j} - 1000\,\mathfrak{k}, \qquad N_b = 1732 \text{ W}.$$

Scheinleistungen:

$$N_{s_1} = 1414 \text{ W}, \quad N_{s_2} = 1414 \text{ W}, \quad N_s = 2000 \text{ W}.$$

Ganz ähnlich wie bei der Reihenschaltung liegen die Verhältnisse bei der Parallelschaltung. An eine Spannung $u(t)$ seien zwei Leiter gelegt, in denen die beiden Ströme $i_1(t)$ und $i_2(t)$ fließen mögen. Auch hier baut sich das Vektordiagramm, das im allgemeinen wieder im Dreidimensionalen zu deuten sein wird, aus drei Vektoren $\mathfrak{U}$, $\mathfrak{J}_1$, $\mathfrak{J}_2$ auf. Die in den einzelnen Leitern auftretenden Leistungen sind:

$$N_{w_1} = \mathfrak{U}\mathfrak{J}_1, \qquad N_{w_2} = \mathfrak{U}\mathfrak{J}_2.$$
$$N_{b_1} = |\mathfrak{U} \times \mathfrak{J}_1|, \qquad N_{b_2} = |\mathfrak{U} \times \mathfrak{J}_2|.$$
$$N_{s_1} = U I_1, \qquad N_{s_2} = U I_2.$$

Ist $i(t)$ der Gesamtstrom und $\mathfrak{J}$ der ihm entsprechende Vektor, dann folgt aus $i(t) = i_1(t) + i_2(t)$ die Vektorbeziehung

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_1 + \mathfrak{J}_2.$$

Daher gilt für die resultierende Wirkleistung

$$N_w = \mathfrak{U}\mathfrak{J} = \mathfrak{U}\mathfrak{J}_1 + \mathfrak{U}\mathfrak{J}_2 = N_{w_1} + N_{w_2}.$$

Sie setzt sich also wieder additiv aus den Einzelwirkleistungen zusammen. Dagegen ist die resultierende Blindleistung gegeben durch den Betrag des Vektors

$$\mathfrak{N}_b = \mathfrak{U} \times \mathfrak{J} = (\mathfrak{U} \times \mathfrak{J}_1) + (\mathfrak{U} \times \mathfrak{J}_2) = \mathfrak{N}_{b_1} + \mathfrak{N}_{b_2}.$$

Die Blindleistungen addieren sich geometrisch, der resultierende Blindleistungsvektor ist gleich der Summe der einzelnen Blindleistungsvektoren.

Die resultierende Scheinleistung ist

$$N_s = U I = \sqrt{N_w^2 + N_b^2}.$$

Auch die Scheinleistungen addieren sich geometrisch.

Digitized by Google

Beispiel: Sinusförmige Spannung, Ströme Halbwellen der Sinuskurve (dreidimensionale Vektoren).

Spannung:

$$u = 100\sqrt{2}\cos\omega t,$$

Ströme:

$$i_1 = \begin{cases} 10\sqrt{2}\sin\omega t \text{ für } & 0 < t < \frac{1}{2}T, \\ 0 \text{ für } & \frac{1}{2}T < t < T, \end{cases}$$

$$i_2 = \begin{cases} 0 \text{ für } & 0 < t < \frac{1}{2}T, \\ 10\sqrt{2}\sin\omega t \text{ für } & \frac{1}{2}T < t < T. \end{cases}$$

Vektoren:

$$\mathfrak{U} = 100\,\mathfrak{i}, \quad \mathfrak{J}_1 = 7{,}07\,\mathfrak{j}, \quad \mathfrak{J}_2 = 7{,}07\,\mathfrak{k}.$$

Wirkleistungen:

$$N_{w_1} = N_{w_2} = N_w = 0 \text{ W},$$

Blindleistungsvektoren und Blindleistungen:

$$\mathfrak{N}_{b_1} = 707\,\mathfrak{k}, \quad \mathfrak{N}_{b_2} = -707\,\mathfrak{j}, \quad \mathfrak{N}_b = -707\,\mathfrak{j} + 707\,\mathfrak{k}.$$

$$N_{b_1} = 707 \text{ W}, \quad N_{b_2} = 707 \text{ W}, \quad N_b = 1000 \text{ W}.$$

Scheinleistungen:

$$N_{s_1} = 707 \text{ W}, \quad N_{s_2} = 707 \text{ W}, \quad N_s = 1000 \text{ W}.$$

An diesem Beispiel ist bemerkenswert, daß der Gesamtstrom $i(t)$ sinusförmig ist. Es zeigt sich dabei, daß die oben aufgestellten Gesetze für die Addition der Blind- und der Scheinleistung auf die für sinusförmige Größen zu erwartenden Werte der verschiedenen resultierenden Leistungen führen.

Im folgenden sollen die soeben für die Reihen- und Parallelschaltung aufgestellten Gesetze für die Addition der verschiedenen Leistungen gleich für beliebige Netze ausgesprochen werden. Für ein beliebiges Netz, in welchem alle Spannungen und alle Ströme periodische Funktionen der Zeit t mit der Periode T sind, gelten entsprechend den oben gefundenen Ergebnissen folgende Gesetze für die Addition der verschiedenen Leistungen:

1. Die resultierende Wirkleistung ist gleich der (algebraischen) Summe der Einzelwirkleistungen.

$$N_w = \sum \mathfrak{U}_k \mathfrak{J}_k, \tag{1}$$

wobei die Summation über alle Leiter zu erstrecken ist.

2. Der Vektor der resultierenden Blindleistung ist gleich der Summe der einzelnen Blindleistungsvektoren.

$$\mathfrak{N}_b = \sum \mathfrak{U}_k \times \mathfrak{J}_k. \tag{2}$$

Die resultierende Blindleistung ist gleich dem Betrag des resultierenden Blindleistungsvektors.

3. Die resultierende Scheinleistung ist gleich der Wurzel aus der Summe der Quadrate der resultierenden Wirkleistung und der resultierenden Blindleistung.

$$N_s = \sqrt{N_w^2 + N_b^2}. \tag{3}$$

Mit der Aufstellung dieser Gesetze sind die für das Problem der Leistungsdefinition wichtigsten Fragen, soweit sie Wirk-, Blind- und Scheinleistung betreffen, gelöst. Begriffe wie Verzerrungsleistung, vektorielle Leistung und ähnliche, die bei Anwendung des Verfahrens der Zerlegung nach Fourier in das System der Definitionen aufgenommen werden müssen, werden bei dieser Behandlung überflüssig. Es war hier nur nötig, die schon von jeher gebräuchlichen Begriffe Wirk-, Blind- und Scheinleistung in geeigneter Weise zu verallgemeinern und ihre Eigenschaften klar herauszustellen.

Selbstverständlich behalten die aufgestellten Gesetze ihre Gültigkeit, wenn Spannungen und Ströme sinusförmig sind. Die in diesem Fall eintretende bedeutende Vereinfachung der Betrachtungen rührt davon her, daß sich dann alle Vektoren im Zweidimensionalen darstellen lassen.

Beispiele für die soeben aufgestellten allgemeinen Gesetze sollen bei der Besprechung der Mehrphasensysteme gebracht werden, denen wir uns jetzt zuwenden wollen.

Bei der Übertragung der Begriffe Wirk-, Blind- und Scheinleistung auf die Mehrphasensysteme hat man von der Tatsache auszugehen, daß ein solches Mehrphasensystem im Grunde genommen nichts anderes ist als ein elektrisches Netz mit mehreren Freiheitsgraden. Daß dabei die Leiter in einer ganz bestimmten Anordnung verbunden sind, ist offenbar ein ganz belangloser Umstand in Hinsicht der Anwendung der allgemeinen Gesetze, die wir oben für beliebige Netzanordnungen gefunden haben. Daher hat man diese Gesetze in jedem Fall auch für die Mehrphasensysteme als gültig anzusehen. Der Einfachheit halber sind im folgenden nur die Ausdrücke für das Dreiphasensystem angegeben, und zwar zunächst nur die Ausdrücke für die resultierende Wirk- und Blindleistung, denn die resultierende Scheinleistung folgt jedesmal aus diesen nach Gl. (3). Die für das n-Phasensystem mit beliebigem n gültigen Ausdrücke folgen ohne weiteres aus den oben ausgesprochenen allgemeinen Gesetzen.

(Schluß folgt.)

Eisenschäden an Umspannern und elektrischen Maschinen.

621. 313 + 621. 314. 2. 042. 12. 004. 6

Zu den am meisten gefürchteten Schäden an Umspannern und elektrischen Maschinen gehören die Eisenschäden. Sie erfordern fast immer umfangreiche und kostspielige Instandsetzungsarbeiten. Ihre Entstehung ist im wesentlichen auf Wirksamwerden magnetischer Induzierung, thermische Einflüsse oder unmittelbare Einwirkungen des Lichtbogens zurückzuführen. Isolationsmängel im Eisenaufbau schaffen häufig die Voraussetzung zur Ausbildung einer geschlossenen Windung oder Eisenfläche. E. Schmohl[1]) verweist besonders auf Beschädigung der Preßbolzenisolation, Zerstörung der Teilfugenisolation, Blechverschmierung, Gratbildung, Beeinträchtigung der Eisenisolation durch leitenden Schmutz und auf die mechanische oder thermische Zerstörung der Blechisolation. An Hand zahlreicher Abbildungen eingetretener Schäden werden Ursachen, Auswirkungen und Vorbeugungsmaßnahmen erläutert. Große Aufmerksamkeit ist bei elektrischen Maschinen den Einwirkungen des Stirnstreufeldes auf die Endbleche zuzuwenden. Besondere Beachtung verdienen die baulichen Maßnahmen an den Teilfugen, die häufig stark gefährdete Stellen aufweisen. In einigen Abbildungen sind Schäden an den Teilfugen größerer Generatoren dargestellt. Die Entstehung von Lichtbögen im Nutenraum führt bei größeren Strömen und längerer Einwirkung zu schweren Eisenschäden. Durch zweckmäßige Bauarten, geeignete Auswahl von Schutzeinrichtungen und gründliche Betriebsnachprüfungen können Eisenschäden vermieden oder ihr Umfang wesentlich vermindert werden. Bei Umspannern großer Leistung ist mit der Verwendung des Differentialwattschutzes keine große Empfindlichkeit zu erzielen. Eine wesentlich empfindlichere Schutzeinrichtung stellen für Öl oder Clophen enthaltende Umspanner die Gasfang-Schutzgeräte dar. Für elektrische Maschinen ist insbesondere der Einbau eines möglichst die gesamte Wicklung erfassenden Erdschlußschutzes zu empfehlen. Die Ansicht, daß der Sternpunkt oder seine benachbarten Wicklungsteile nicht erdschlußgefährdet seien, ist unrichtig. Ein gegen die Wicklung vorwachsender Eisenschaden kann in gleicher Weise Wicklungsteile vom Sternpunkt bis zu den Klemmen befallen. Bei Begrenzung des größtmöglichen Fehlerstromes auf etwa 2 bis 3 A bietet sich neben der Kleinhaltung des Schadenumfanges auch die Möglichkeit, durch das Erdschlußrelais lediglich ein Warnsignal betätigen zu lassen und damit den plötzlichen und für die Sicherheit der Stromversorgung überraschend wirkenden Ausfall eines wichtigen Betriebsmittels zu vermeiden. *eb*

[1]) E. Schmohl, Masch.-Schad. 7/8 (1937) S. 102; 9 S., 22 Abb.

Digitized by Google

Die Starkstromtechnik im Rahmen der neuen Treibstoffgewinnungs-Anlagen.

Von Heinz Göschel VDE, Berlin.

(Schluß von S. 1287.)

621. 34 : 665. 5. 09

c) Großantriebe für den Gas- und Flüssigkeitsumlauf und für die Hochdruckerzeugung.

Für die Weiterbeförderung des Kohlebreis, der Öle und Gase in den verschiedenen Druckstufen und für die eigentliche Hochdruckerzeugung gibt es in den Treibstoffgewinnungs-Anlagen zahlreiche Druck- und Vakuum-Pumpen und -Verdichter, deren elektrische Antriebe Einzelleistungen bis zu mehreren 1000 kW besitzen. Da man den Riementrieb heute in der Praxis fast ganz verlassen hat, werden die Turbogebläse und Umlaufpumpen entweder für eine Drehzahl von höchstens 3000 U/min gebaut und unmittelbar mit dem Motor gekuppelt oder es wird — wenn höhere Maschinendrehzahlen unvermeidbar sind — ein zwischengeschaltetes Getriebe verwendet, dessen motorseitige Welle 1500 oder 1000 U/min macht. Für den Antrieb von Kolbenverdichtern werden Getriebe und Kupplungen dadurch völlig vermieden, daß der Läufer des Motors unmittelbar auf die Verdichter-Kurbelwelle aufgezogen wird, so daß Motor und Verdichter ein einheitliches Gebilde darstellen.

Bei diesen heute allgemein üblichen Formen der Verbindung von Motor und Arbeitsmaschine fehlt also das elastische Zwischenglied völlig, so daß das veränderliche Gegenmoment während des Anlaufs und die Momentschwankungen während des Laufes voll vom Motor und — in Form von Stromschwankungen — vom speisenden Netz aufzunehmen sind[9]), was bei den großen Leistungseinheiten der Hydrieranlagen zu erheblichen Netzbeeinflussungen führen kann.

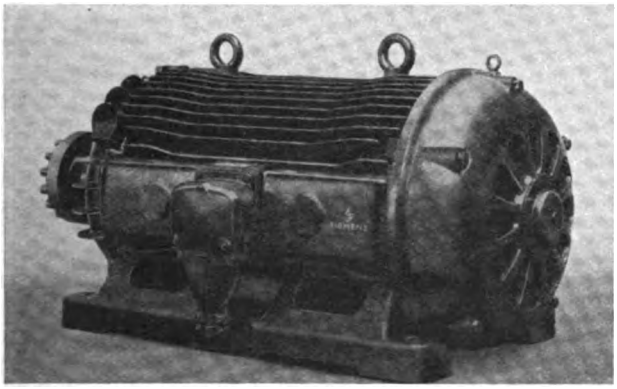


Abb. 11. Geschlossener Drehstrom-Kurzschlußläufermotor mit Oberflächenkühlung, 400 kW, 6000 V, 1500 U/min.

Da jedoch die Einschaltstromspitzen nur äußerst kurzzeitig auftreten und mit dem genau gleichzeitigen Einschalten mehrerer Großantriebe nicht zu rechnen ist, kann bei normal aufgebauten und normal vorbelasteten Industrienetzen in der Regel durchweg das direkte Einschalten beibehalten werden. Nur wenn das speisende Kraftwerk bzw. Netz bereits stark vorbelastet ist, muß der Anlaufstrom durch Verwendung eines Anlaßtransformators (Teilspannungsverfahren) oder durch Auftrennung der Ständerwicklung (Sterndreieck- oder Teilwicklungsverfahren) entsprechend niedrig gehalten werden. Um während des Anlaufes möglichst geringe Gegenmomente zu erhalten, werden die Pumpen und Verdichter völlig entlastet bis zur Nenndrehzahl hochgefahren; der Antriebsmotor kann dann entsprechend günstiger gestaltet werden, weil er während der Anlaufzeit nur einen Bruchteil des Nennmomentes zu überwinden hat.

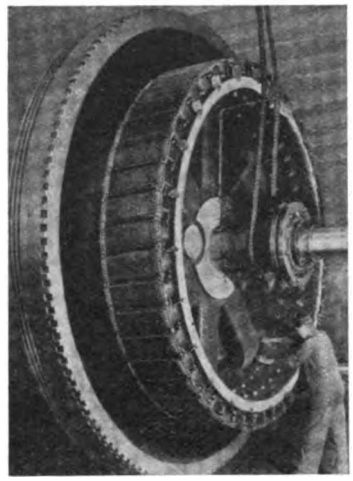


Abb. 12. Läufer eines Synchron-Verdichterantriebes für Hydrieranlagen; 2300 kW, 6000 V, 125 U/min, 430 tm².

Jedenfalls genügt für die richtige Bemessung von Großantrieben nicht die Angabe der erforderlichen Antriebsleistung in PS seitens der Maschinenfabriken; es muß vielmehr unter allen Umständen die Größenordnung der zu beschleunigenden Schwungmassen und eine Gegenmomentenkurve vom Stillstand bis zur Nenndrehzahl bekannt sein; außerdem müssen Angaben über die voraussichtliche Anlaufhäufigkeit gemacht werden, so daß durch entsprechende Bemessung des Motors die Abführung der während der Anlaufzeiten entstehenden Wärmemengen gesichert werden kann.

Abb. 11 zeigt die Bauform eines — für die Hydrieranlagen in großen Einheiten erstellten — vollständig geschlossenen Motors, bei dem die Betriebswärme ausschließlich durch das oberflächengekühlte Gehäuse abgeführt wird.

Während bei den schnellaufenden Motoren nur durch den Anlauf stoßweise Rückwirkungen auf das Netz hervorgerufen werden können, sind solche Rückwirkungen bei den langsamlaufenden Antrieben (meist 100 bis 150 U/min) von Kolbenverdichtern auch während des Laufes zu beachten. Das Lastmoment eines solchen Verdichters ist bekanntlich während des Verlaufes einer Umdrehung nicht konstant, sondern ist — abhängig von der Kurbelstellung — starken Schwankungen unterworfen. Diese Lastschwankungen übertragen sich durch das Fehlen elastischer Zwischenglieder voll auf den Läufer und weiter — gedämpft durch die Schwungmasse des Läufers und seine elastische magnetische Kupplung mit dem Ständer — auf das Netz. Dort haben sie entsprechende Stromschwankungen zur Folge. Diese dürfen bestimmte Werte nicht überschreiten, die für die einzelnen Netze mit Rücksicht auf die Verbraucher und auf die noch angeschlossenen Kraftwerke festgelegt sind.

In den meisten Fällen reicht die Eigenschwungmasse des Läufers langsamlaufender Motoren nicht aus, um diese Schwankungen in zulässigen Grenzen zu halten. Es werden daher zusätzliche Schwungmassen vorgesehen. Bei den neuzeitlichen Motoren, wie sie für die Treibstoff-

[9]) Die Verwendung einer elastischen Kupplung kann hier keine Milderung bringen, da sie die Momente starr überträgt; ihr Wert liegt vielmehr im Ausgleich von Ungenauigkeiten der Wellenausrichtung, die bei der Montage oder durch Temperatureinfluß entstanden sind; außerdem können die elastischen Kupplungen bis zu einem gewissen Grade die Übertragung unerwünschter mechanischer Schwingungen verhindern.

Digitized by Google

gewinnungsanlagen geliefert werden[10]), sind diese Schwungmassen in Form von „Seitenschwungrädern" an den Läufer direkt angeflanscht oder angegossen (Abb. 12). Dadurch wird eine gedrängte Ausführungsform erreicht, die besonders bei zweikurbeligen Verdichtern von Vorteil ist, weil zwischen den beiden Verdichterzylindern nur ein beschränkter Platz zur Verfügung steht.

Die Bemessung der erforderlichen Schwungmassen erfolgt auf Grund der Auswertung des sogenannten Tangentialdruckdiagramms unter Berücksichtigung der magnetischen Eigenschaften des Motors und der Größe der zugelassenen Stromschwankungen. Bei Antrieb des Verdichters durch einen Synchronmotor muß in den meisten Fällen ein größeres Schwungmoment vorgesehen werden als bei Antrieb durch einen Asynchronmotor [18]. Es ist selbstverständlich, daß auch alle übrigen Vorteile des Kurzschlußläufermotors, die ihm bei den schnellaufenden Antrieben die absolute Vorherrschaft gesichert haben, für diesen Anwendungszweck vorliegen: er bietet auch hier das erreichbare Höchstmaß an Betriebs- und Explosionssicherheit sowie an Einfachheit der Bedienung. Abb. 13 zeigt den Blick in eine Kolbenverdichterhalle; in dieser Anlage werden auch für die langsamlaufenden Antriebe großer Leistungseinheiten (2200 kW) ausschließlich Kurzschlußläufermotoren verwendet.

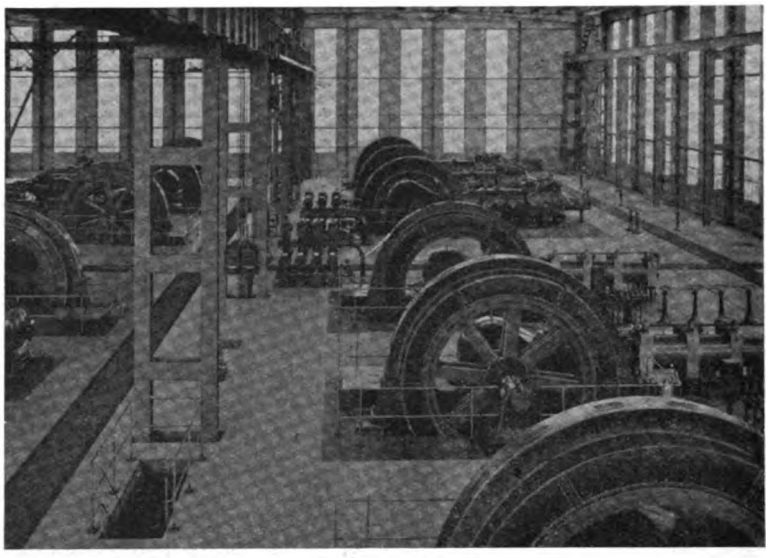
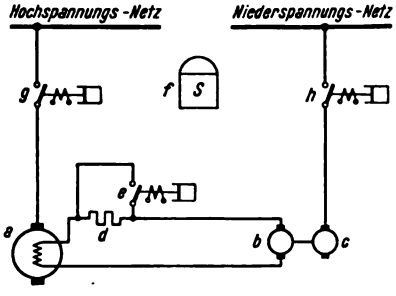


Abb. 13. Hochdruckverdichter-Anlage mit Wirbelstromläufer-Motoren für direkte Einschaltung.



a Synchronmotor
b Erregergenerator
c Erregermotor
d Widerstand im Erregerkreis
e Überbrückungs-Schalter
f Zeitrelais
g Hauptschalter
h Schalter für den Erregermotor

Abb. 14. Anlaßschaltung (vereinfacht) für Synchronmotoren mit getrenntem Erregersatz.

Für eine Reihe von Werken rückt jedoch die vorhandene Kraftwerkskapazität oder die Stabilität und Tarifgestaltung des Fremdanschlußnetzes Gesichtspunkte in den Vordergrund, die bei den größten langsamlaufenden Einheiten vorteilhaft zur Wahl des synchronen Antriebes führen können; auch für diesen sind Ausführungsformen geschaffen worden, die betrieblich absolut zuverlässig und in ihrem Zubehör verhältnismäßig einfach sind. Die für die Verwendung in schwachen Netzen hervorstechendste Eigenschaft des Synchronmotors ist der günstige Leistungsfaktor, der durch Überbemessung der Maschine und Übererregung soweit gesteigert werden kann, daß er voreilend wird und somit zur Phasenkompensation herangezogen werden kann. Im übrigen besitzt der Synchronmotor einen etwas besseren Wirkungsgrad als der Asynchronmotor.

Während zum Einschalten von Kurzschlußläufer-Verdichtermotoren nur der Leistungsschalter und dessen Betätigungsglied nötig sind, ist bei Synchronmotoren noch ein besonderer, schnellaufender Erregermaschinensatz und eine selbsttätige Anlaßvorrichtung vorzusehen. Abb. 14 zeigt schematisch eine derartige Anlaßschaltung. Zuerst wird der Schalter *h* eingelegt und dadurch der Motor *c* in Gang gesetzt, der den Gleichstromgenerator *b* antreibt. Durch das Einschalten des Schalters *h* wird der Hochspannungsschalter *g* des Synchronkompressormotors *a* entriegelt. Im gleichen Augenblick läuft das Zeitrelais *f* an, das wiederum nach dem Ablauf von einigen Sekunden — entsprechend der Zeit des asynchronen Hochlaufens des Synchronmotors — den Schalter *e* einlegt. Hierdurch wird der Widerstand *d* überbrückt, so daß dann plötzlich der volle Erregerstrom durch die Wicklung des Synchronmotors fließt und den synchronen Lauf des Motors erzwingt. Diese Automatik wird von einer in der Nähe des Verdichtermtors stehenden Schaltsäule (Abb. 15) aus in Gang gesetzt, indem man zunächst den Befehlsschalter für den Erregermotor (links) und dann den Befehlsschalter für den Synchronmotor (rechts) betätigt. Auf der verlängerten Welle des Erregerumformers sitzt ein Lüfter für die Lüftung der Schleifringkapsel des Hauptmotors. Erregerumformer und selbsttätige Anlaßvorrichtung werden nicht in der Verdichterhalle, sondern in getrennten, nicht explosionsgefährdeten Räumen untergebracht.

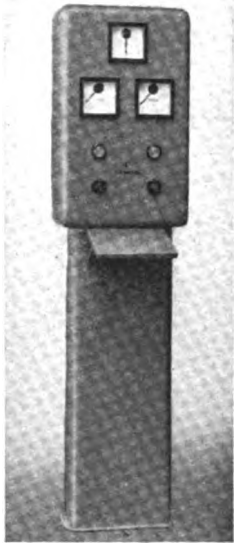


Abb. 15. Explosionsgeschützte Schaltsäule für Synchron-Verdichtermotoren.

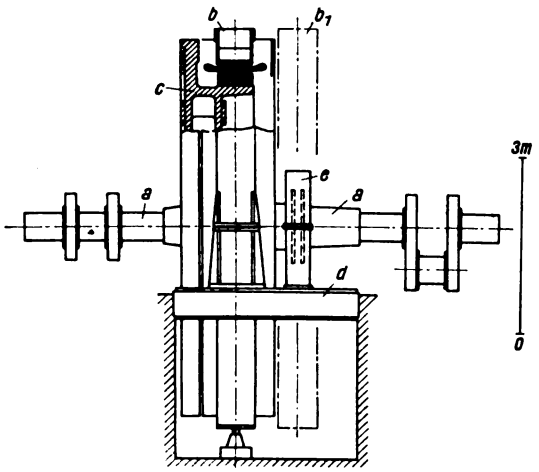
Abb. 16 zeigt im teilweisen Schnitt die Bauform eines 4000 kW - Synchron - Verdichtermotors für die Hydrieranlagen. Rechts und links vom Läufer befinden sich die Kurbeln der Hochdruck- und Niederdruckstufe des Verdichters. Die Fundamentgrube ist so breit gehalten, daß der Ständer auf den verlängerten Fundamentbalken vollständig vom Läufer abgeschoben werden kann, wenn Überholungen und Ausbesserungen dies erforderlich machen. Auch diese Motoren werden unmittelbar auf das speisende Netz bzw. Kraftwerk geschaltet. Der Einschaltstrom beträgt hierbei weniger als das 3½fache des Nennstromes. Der Gehäusedurchmesser solcher Motoren beträgt fast 6 m, das Gesamtgewicht ohne Welle etwa 70 t.

[10]) ETZ 58 (1937) H. 31, S. 852, Abb. 1.

Digitized by Google

d) Regelung der Temperatur in den Katalysatoröfen.

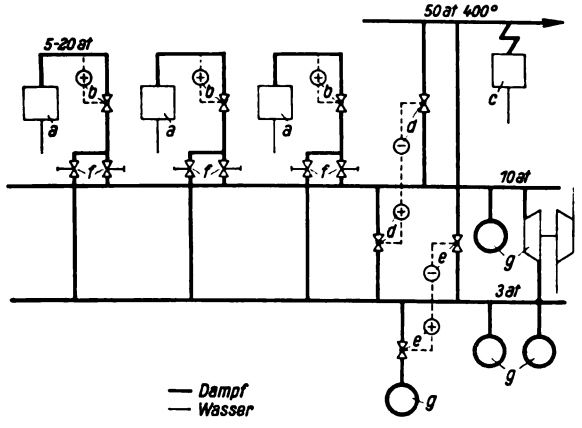
Eine glückliche Lösung fand die Elektrotechnik für eine regeltechnische Aufgabe, die durch die Notwendigkeit einer genauen Einhaltung der jeweils geforderten Temperatur in den Katalysatoröfen der Treibstoff-Syntheseanlagen nach Fischer-Tropsch gestellt war. In



a Verdichterwelle
b Ständer
b_1 Ständerverschiebung
c Läufer mit Seitenschwungrad
d verlängerte Fundamentbalken
e belüftete Schleifringkapsel

Abb. 16. Langsamlaufender 4000 kW-Synchron-Verdichtermotor: Bauform für Hydrieranlagen.

dem Dampfschaltbild (Abb. 17) wird zunächst gezeigt, an welchen Stellen solche Regelanlagen bei der Fischer-Synthese nötig sind. Vornehmlich ist die Regelung der austretenden Dampfmenge — in Abhängigkeit von einer bestimmten Temperaturgröße — aus dem Verdampfungskühler[11]) der Katalysatoröfen erforderlich. Da es sich um



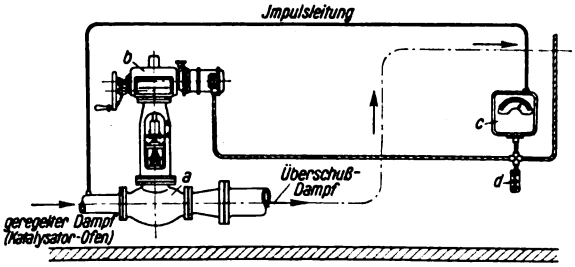
a Katalysator-Öfen
b Druckregler und Überströmventil
c Dampfkessel
d Druckregler mit Druckminder- und Überströmventil für das 10 at-Netz
e wie d, jedoch für das 3 at-Netz
f Absperrventile
g Dampfverbraucher

Abb. 17. Dampfdruck-Regelung in Treibstoffsynthese-Anlagen.

Sattdampf handelt, kann die Einhaltung des gewünschten Temperatursollwertes ohne weiteres durch Einregelung auf den zugehörigen Druckwert erreicht werden; es können daher Druckregler benutzt werden. Die Regelgenauigkeit muß sehr groß sein, weil einerseits bei Abweichungen oder Pendelungen der Reaktionstemperatur unerwünschte Stoffe, wie z. B. Methan, entstehen, die Ausbeute schlechter wird, und weil außerdem schon bei geringer Überschreitung der Solltemperatur die Katalysatormasse geschädigt wird, so daß ihre Regeneration in kürzeren Zeitabständen als normal vorgenommen werden müßte.

In jeder Fischer-Anlage befindet sich je nach der Jahreserzeugung eine große Zahl von Katalysatoröfen, von denen jeder getrennt oder mehrere — in Gruppen geschaltet — einen Verdampfungskühler und einen Regler besitzen. In das Dampfschaltbild sind noch einige weitere Regler eingezeichnet, die zur Einhaltung des Druckes in den Sammelleitungen dienen.

In allen bisher errichteten und im Bau befindlichen Treibstoffsynthese-Anlagen sind elektrische Druckregelanlagen mit Zeigerreglern eingebaut. Das mittelbare System gewährt wegen der großen verfügbaren Verstellkräfte die genaue Einhaltung des verlangten Sollwertes unabhängig von der jeweils gesteuerten Dampfmenge und verhütet — in Verbindung mit einer einstellbaren elastischen Rückführung — die sonst nicht vermeidbaren Überregelungen und Pendelungen. Die Vorteile des elektrischen Systems (Abb. 18) liegen vor allem



a Dampf-Überströmventil
b elektrischer Antrieb mit unabhängiger Handbetätigung
c elektrischer Druckregler
d Handfernsteuerung und Abschalter

Abb. 18. Druckregelanlage für Katalysator-Öfen mit elektrischem Zeigerregler.

darin, daß eine beliebige räumliche Trennung des Reglers von dem Regelventil vorgenommen werden kann, so daß sich z. B. an einer von den Katalysatoröfen entfernten Stelle ein Abbild des Ofenhauses in Form einer — vor unbefugten Eingriffen, gefährlichen Gasschwaden und Brandgefahr geschützten — Reglerwarte[8]) schaffen läßt. In diesen — für die Treibstoffsynthese-Anlagen erstmalig errichteten — Warten hat der Wärter die Überwachung der Reaktionsbedingungen weitgehend in der Hand: er kann von hier aus die jeweils erforderlichen Temperatursollwerte einstellen und die Ansprechempfindlichkeit sowie die Regelgeschwindigkeit dem Betriebszustand der einzelnen Katalysatorofen-Gruppen anpassen.

Zusammenfassung.

Die Gründe für die jetzige und zukünftige Entwicklung der „Öl-aus-Kohle"-Industrie in Deutschland und im Ausland wurden an Hand einiger Wirtschaftszahlen kurz dargestellt. Von den bekannten Verfahren zur Gewinnung flüssiger Treibstoffe aus Kohle sind für die großtechnische Anwendung das IG-Hochdruckverfahren und das Fischer-Tropsch-Verfahren geeignet, die beide als Rohstoff Braunkohle oder Steinkohle verwenden können. Aus den Arbeitsprozessen dieser Verfahren, die in ihren Grundzügen geschildert wurden, ergaben sich umfassende und teils neuartige Aufgaben für die Elektroindustrie.

Die bei der Errichtung der Hydrier- und Treibstoffsynthese-Anlagen besonders enge Zusammenarbeit von Chemiker, Maschinenbauer und Starkstromtechniker hat zu einer technisch harmonischen und wirtschaftlich günstigen Einfügung der elektrischen Einrichtungen in die Gesamtanlagen geführt. Dabei wurden durch einfache

[11]) Vgl. Abschn. 2.

[12]) ETZ 58 (1937) H. 31, S. 852, Abb. 2.

Digitized by Google

Planungsmaßnahmen die hier besonders weitgehenden Forderungen bezüglich der Betriebssicherheit erfüllt und die durch den elektrischen Funken möglichen zusätzlichen Gefahrenquellen in explosionsgefährdeten Räumen (Wasserstoff-Luft-Gemische!) völlig vermieden. In den geschilderten Anlagen wurden in großer Zahl elektrische Verdichter- und Pumpenantriebe aufgestellt mit Einzelleistungen bis zu mehreren 1000 kW. Bei derartigen Großantrieben müssen die Rückwirkungen auf das speisende Netz während des Anlaufes — sobald es sich um langsamlaufende Motoren handelt auch während des Laufes — beachtet werden. Von besonderem Interesse ist die Erstellung langsamlaufender Großantriebe für Hochdruckkolbenverdichter mit Einzelleistungen von 4000 kW, die ohne Anlasser unmittelbar auf das Netz geschaltet werden. Die Regelung der Temperatur in den Katalysatoröfen der Fischer-Tropsch-Anlagen erfolgt durch elektrische Zeigerregler mit elastischer Rückführung; die Anwendung der Elektrizität für diesen Zweck stellt eine Neuerung dar, die für den einwandfreien Verlauf der chemischen Reaktionen von Bedeutung ist.

Aus dem Schrifttum:

Zu Abschnitt 1:

1. Bertkau: Der Einfluß der Motorisierung auf das Landheer. Rdsch. techn. Arb. 15 (1935) H. 46, S. 2.
2. Heinrich: Die Treibstoffgewinnung aus Kohle im Ausland. Öl u. Kohle 12 (1936) H. 44/45, S. 1025 bzw. 1052.
3. Die Lage der Erdölwirtschaft der Welt anfangs 1937. Petroleum, Berl. 33 (1937) H. 5, S. 1.
4. Laufende statistische Angaben in den Zeitschriften „Der Vierjahresplan", „Öl und Kohle" und „Petroleum".
5. Energiequellen der Welt. Schriften des Instituts für Konjunkturforschung, Berlin. Hamburg: Hanseat. Verlagsanstalt 1937.

Zu Abschnitt 2:

6. Bosch: Probleme großtechnischer Hydrierungsverfahren. Chem. Fabrik 7 (1934) H. 1/2, S. 1.
7. Fischer: Die Synthese der Treibstoffe und Schmieröle aus Kohlenoxyd und Wasserstoff bei gewöhnlichem Druck. Brennst.-Chemie 16 (1935) H. 1, S. 1.
8. Fischer: Synthetische Treibstoffe. Petroleum, Berl. 33 (1937) H. 2, S. 5.
9. Galle: Hydrierung der Kohlen, Teere, Mineralöle. Leipzig: Theodor Steinkopff 1932.
10. Pier: Technische Probleme der katalytischen Druck-Hydrierung von Kohlen, Teeren und Ölen. Brennstoff- u. Wärmew. 15 (1933) H. 11, S. 170.
11. Pier/Orth: Öl aus Kohle. Illustrierter Beobachter, Folge 6/1937.
12. Schlattmann u. Koppenberg: Die deutsche Industrie der Gewinnung von Treibstoffen aus Kohle. Aus: Dtsch. Energiew. Deutsche Berichte zur III. Weltkraft-Konferenz Washington 1936. Berlin: VDI-Verlag 1936.
13. Stein: Energiewirtschaft. Berlin: Julius Springer, 1935.
14. Ubbelohde: Stand und Zukunftsaufgaben der Mineralölforschung. Öl u. Kohle 12 (1936) H. 43, S. 983.
15. Ubbelohde: Die Steinkohle in der deutschen Treibstoffwirtschaft. Techn. Mitt., Essen, 29 (1936) H. 9, S. 226.
16. Wilke: Stand und Ziele der Kohleverflüssigung. Brennstoff- u. Wärmew. 11 (1929) S. 427.
17. Koppenberg: Mineralölgewinnung aus Kohle. Vierjahresplan 1 (1937) H. 5.

Zu Abschnitt 3:

18. Liwschitz: Schwungmomente von Kolbenkompressoren bei Antrieb durch Asynchron- und Synchronmotoren. Elektrotechn. u. Masch.-Bau 52 (1934) S. 159.
19. Pontow: Selbsttätiger Regler mit elektr. Hilfskraft. Z. VDI 78 (1934) S. 848.
20. G. Lehmann: Der Explosionsschutz elektrischer Anlagen. Glückauf 73 (1937) S. 886.
21. VDE 0165/1935 Leitsätze für die Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten und Lagerräumen.

20 000 V-Muffenbau unter Wasser.

621. 315. 287/.29

Ein in der Elbe liegendes 400 m langes 20 kV-Drehstrom-Flußkabel (3×95 mm² Cu, 25 kV Bauspannung) mit Runddrahtarmierung wurde durch einen verbotswidrig im Kabelbereich ankernden 1000 t-Kahn aus dem Grund gerissen und stark beschädigt. Erst 18 Tage nach diesem Vorfall — so lange hat das Elbwasser zur Zerstörung der Ölpapierisolation gebraucht — sprach der Erdschlußanzeiger an.

Man entschloß sich, die Wiederherstellung des Kabels unter Wasser mit Hilfe eines Taucherschiffes vorzunehmen — eine Lösung, die in Deutschland erstmalig ausgeführt worden sein dürfte[1]). Die durch elektrische Fehlerortbestimmung längenmäßig festliegende Umgebung der Fehlerstelle wurde mit Suchhaken von der Arbeitskammer aus abgesucht und nach kurzer Zeit die beschädigte Stelle gefunden. Der Anker hatte das Kabel auf etwa 10 m Länge aus dem Elbgrunde und 1,50 m aus der Trassenachse gerissen. Die ruckartige Belastung der Ankerkette war so stark, daß der Anker abriß und im Kabel verfangen auf dem Grund liegenblieb. Der äußere Jutebelag war von dem seitlich auf dem Kabel hingerutschten Anker auf eine Länge von 5 m abgeschnitten und vom Wasser abgerissen worden, während die darunterliegende Runddrahtarmierung (37 Stahldrähte, je 6,5 mm Dmr.) auf der gleichen Länge einseitig gratige Abschürfungen aufwies. Die wahrscheinlich von der Ankerstange verursachte Quetschung des Kabels bei dem ruckartigen Riß war unerwartet geringfügig und bestand in einer handballentiefen, gleichmäßig runden Verformung des Kabels. An der Druckstelle konnten also nur der Bleimantel und die Isolation derart gequetscht sein, daß ein einphasiger Erdschluß möglich war. Die Art der Beschädigung hätte es an sich zugelassen, den Fehler mit dem Bau einer Muffe zu beseitigen. Aus schiffahrttechnischen Gründen — das Taucherschiff hätte rechtwinklig in den Strom gestellt werden müssen — mußte man sich aber zum Bau von zwei Muffen und Einfügen eines Kabelzwischenstückes entschließen. Nach Ausschneidung der schadhaften Stelle wurden die Schnittenden des Kabels zwecks Durchführung einer Spannungsprobe mit einem behelfsmäßigen ölgefüllten Zylinderverschluß versehen. Die Spannungsprobe mit 30 kV Gleichspannung bei 20 min Prüfdauer je Phase ergab für das eine Kabelstück keine Anstände, während auf dem anderen kurz nach Beginn der Probe ein Durchschlag auftrat. Die durch eine erneute genaue Fehlerortbestimmung ermittelte Fehlerstelle zeigte äußerlich keine Schäden. Trotzdem wurde auch dieses Kabelstück abgeschnitten. Eine Untersuchung der abgeschnittenen Kabelstücke im Prüffeld hatte folgendes Ergebnis:

Bei dem zuerst abgeschnittenen Stück trat der Durchschlag erst bei 40 kV, d. h. hoch über der Betriebs- und Prüfspannung, ein. Erstaunlich ist dabei, daß ein Kabel mit einer derartig starken Quetschung praktisch elektrisch unbeschädigt geblieben ist. Bei dem zweiten abgeschnittenen Kabelstück wurde nach Abheben der Runddrahtarmierung ein 5 cm langer Riß im Bleimantel gefunden, durch den das Elbwasser in die Ölpapierisolation der an dieser Stelle liegenden Phase eingedrungen war und den einphasigen Erdschluß herbeigeführt hat.

Bei allen Schnitten zeigte sich keinerlei innere Verformung der Adern, Isolation oder des Bleimantels und vor allem gut fettig fließendes Kabelöl, so daß Bedenken gegen den Muffenbau nicht bestanden, zumal die Spannungsproben ebenfalls einwandfrei verlaufen waren. Das in einer Länge von 12 m erforderliche neue Zwischenstück wurde, da Flußkabel anderweitig nicht beschafft werden konnten, aus der Landstrecke herausgeschnitten, an beiden Enden wasserdicht verschlossen und mit Hilfe des Taucherschachtes an Stelle der beschädigten Stücke eingebracht. Besondere Aufmerksamkeit wurde etwaigen Wasserspritzern gewidmet, um auch hier jede Gefahrenquelle auszuschließen. Nachdem die Ölpapierwickel fertiggestellt und abgebrüht waren, konnte die Einsatzmuffe aufgelötet, luftleer gemacht und mit gelber Vergußmasse gefüllt werden. Dann folgte der Einbau der gußeisernen, 1,70 m langen, 0,35 m breiten und 0,32 m hohen Schutzmuffe, die mit schwarzer Vergußmasse ausgegossen wurde. Die Herstellung einer Muffe einschließlich aller Nebenarbeiten nahm 24 Std. in Anspruch. Nach dem Auskühlen der Muffe wurde sie durch Flaschenzug in den Elbgrund abgesenkt, der vorher auf eine Tiefe von 1,20 m ausgeschachtet worden war. Das Taucherschiff wechselte nun seine Stellung nach dem anderen Ufer, und die zweite Muffe konnte in der gleichen Art hergestellt werden. Das Kabel wurde sofort nach Fertigstellung der Muffen wieder in Betrieb genommen und ergab bis heute (11 Monate Betriebszeit) keine Anstände. Um fahrlässig geworfene Anker im Gefahrenbereich der Kabel möglichst unschädlich zu machen, wurde mit Genehmigung des Wasserbauamtes eine am Ufer verankerte schwere Querkette mit einem Glieddurchmesser von 30,6 mm durch die Elbe unmittelbar vor die Kabel gelegt. *Sws.*

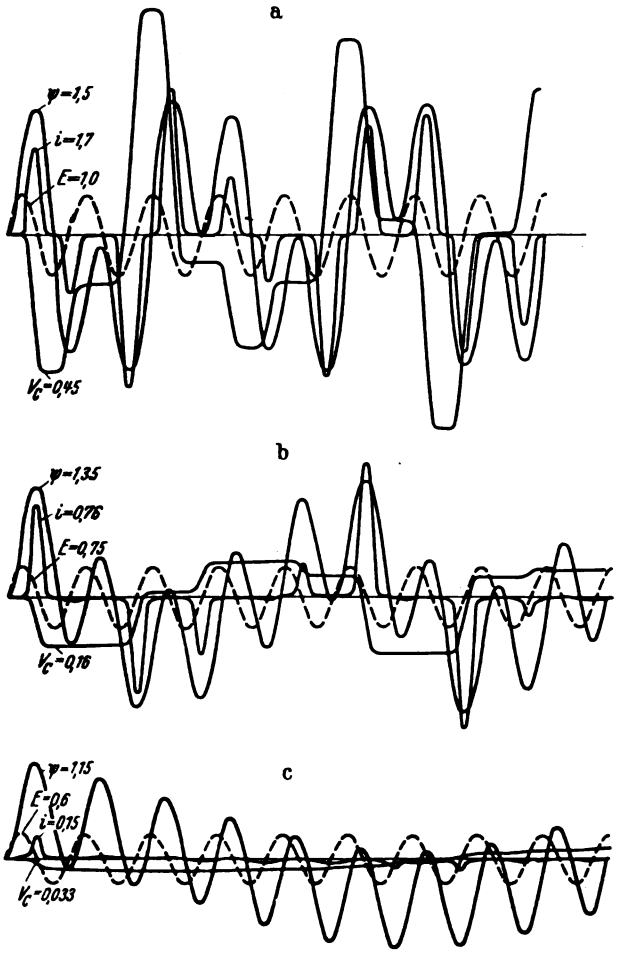
[1]) M. Troisch, Elektrizitätswirtsch. 36 (1937) S. 651; 7 S., 7 Abb.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 319. 4. 018. 14 **Probleme bei der Verwendung von Reihen-Kondensatoren.** — Der Reihen-Kondensator zur Kompensation des Netz-Blindwiderstandes hat sich in den amerikanischen Kraftübertragungsnetzen (Spannungsstützung, Beseitigung von Spannungszuckungen durch stoßweise Belastungen usw.) im allgemeinen gut bewährt[1]). Vereinzelt aufgetretene Schwierigkeiten gaben Veranlassung, den Einfluß des



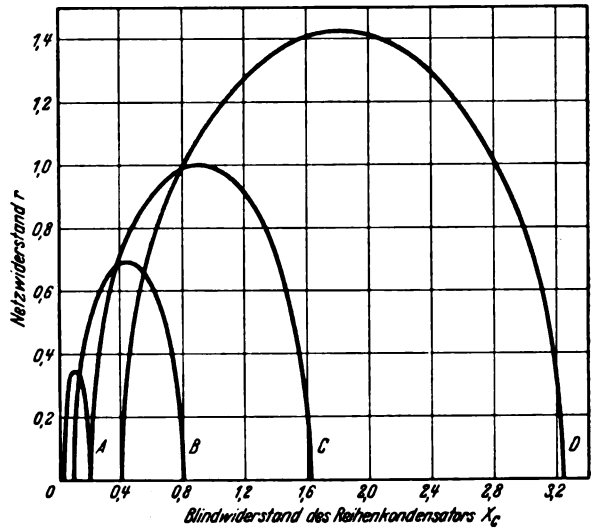
E zugeschaltete Spannung (Höhe: a = 1,0, b = 0,75, c = 0,6)
i Erregerstrom
$1/C$ kapazitiver Blindwiderstand des Reihen-Kondensators = 0,214
V_C Spannung am Reihen-Kondensator
R_C Parallelwiderstand zum Reihen-Kondensator ($R_C = \infty$)
ψ magnetischer Fluß im Umspanner
r_1 ohmscher Widerstand der Übertragung ($r_1 = 0{,}049\ \Omega$)
L Induktivität der Übertragung ($L =$ 0,197 H)
Zuschaltung der Spannung beim Nulldurchgang der Spannungskurve ($\alpha = 0$).

Abb. 1. Einfluß der Höhe der zugeschalteten Spannung auf die sichtbare Frequenz des Erregerstromes.

Reihen-Kondensators auf die Systemstabilität theoretisch zu untersuchen und die gefundenen Ergebnisse durch Versuche im Laboratorium zu überprüfen[2]). Untersucht wurde das zu erwartende Auftreten 1. ungewöhnlich großer und verzerrter Umspanner-Erregerströme[3]), 2. der Pendelungen von Synchronmaschinen und 3. der Selbsterregung von Induktionsmotoren.

[1]) Gen. Electr. Rev. 31 (1928) S. 432; Electr. Wld., NY 103 (1934) S. 942; Electr. J. 33 (1936) S. 145; AEG-Mitt. (1936) S. 147; Elektrotechn. u. Masch.-Bau 54 (1936) S. 419; Schweiz. techn. Z. 11 (1936) S. 587; ETZ 58 (1937) S. 709.
[2]) Gen. Electr. Rev. 31 (1928) S. 432; 33 (1930) S. 616; 36 (1933) S. 461; Electr. Wld., NY 106 (1936) S. 3488; Electr. West. 77 (1936) S. 48; Gen. Electr. Rev. 33 (1930) S. 279.
[3]) Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 174; ETZ 58 (1937) S. 1117.

Zu 1: Wird eine Wechselspannung beim oder nahe am Nulldurchgang der Spannungskurve über einen Reihen-Kondensator an einen un- oder nur schwachbelasteten Umspanner gelegt, so können dauernd große, stark verzerrte Erregerströme auftreten. Diese im Fachschrifttum mit der Bezeichnung „Eisenresonanz" bekannt gewordene Erscheinung hängt in der Hauptsache von der nicht linearen Umspanner-Charakteristik ab; sie ist demzufolge der mathematischen Behandlung nur schwer zugänglich und wurde deshalb mit dem Differential-Analysator[1]) der Moore-Schule für Elektrotechnik untersucht. Physikalisch erklärt sich die „Eisenresonanz" durch den Einfluß der sich am Kondensator durch den Strom ausbildenden Spannung auf die Umspannersättigung. Die Frequenz des Überstromvorganges nimmt zu mit der Höhe der angelegten Spannung (s. Abb. 1) und ist abhängig von dem Zeitpunkt ihrer Zuschaltung[2]). Abhilfe gegen die „Eisenresonanz" liefern ein Dämpfungswiderstand parallel zum Reihen-Kondensator, Belastung auf den Umspanner oder



Winkelgeschwindigkeiten: $A = 0{,}25$, $B = 0{,}5$, $C = 0{,}707$, $D = 1{,}0$

Abb. 2. Selbsterregung von Induktionsmotoren mit Reihen-Kondensatoren; Einfluß veränderlicher Motor-Drehzahlen.

Kurzschließen des Kondensators bei schwacher Umspannerbelastung. Der Parallelwiderstand, der nur bei schwacher Belastung wirksam zu sein braucht, ist so zu bemessen, daß er dem Reihen-Kondensator ausreichende Spannungsstützwirkung beläßt; seine Verluste betragen dann im allgemeinen weniger als 10% der normalen Leitungsverluste. Zu- und Abschaltung des Dämpfungswiderstandes bzw. Kurzschließen des Kondensators können selbsttätig erfolgen.

Zu 2: Die an ein Kraftübertragungsnetz angeschalteten Synchronmaschinen neigen um so mehr zu Pendelungen[3]), je größer das Verhältnis Netzwirkwiderstand/Netzblindwiderstand ist. Demzufolge wirkt Einbau von Reihen-Kondensatoren im allgemeinen stabilitätsmindernd. Dabei spielen der Einbauort der Kondensatoren und die Eigenschaften der Synchronmaschinen (Widerstände im Läufer, Dämpferwicklungen) eine erhebliche Rolle. Die Stabilitätsverhältnisse lassen sich mit Hilfe der Maschinen- und Leitungskonstanten analytisch im voraus berechnen. Es ist zweckmäßig, die gefundenen Rechenergebnisse durch Versuche nachzuprüfen und zu ergänzen.

Zu 3: Selbsterregung eines Induktionsmotors durch die Kapazität eines in seine Speiseleitung eingeschalteten Reihen-Kondensators hat Pendelungen des Motorläufers, verbunden mit niederfrequenten Überströmen, zur Folge, die nur durch den Stromkreis-Scheinwiderstand (niedrige Frequenz!) begrenzt werden. Abhilfe dagegen bieten: Genügender Netzwiderstand, Parallelwiderstand zum Reihen-Kondensator, richtiger Ein-

[1]) Machine Design (1935) S. 15.
[2]) Trans. Amer. Inst. electr. Engrs. 50 (1931) S. 724.
[3]) Vgl a. Gen. Electr. Rev. 36 (1933) S. 81; ETZ 54 (1934) S. 323.

Digitized by Google

bauort des Kondensators. Der Vorgang selbst und die Maßnahmen zu seiner Beseitigung lassen sich aus den Stromkreis-Konstanten und Betriebsbedingungen genau berechnen. Allgemein gilt, daß Selbsterregung nicht eintritt, solange der Kondensatoren-Blindwiderstand weniger als die Hälfte des System-Kurzschlußwiderstandes beträgt, und daß sie bei langsam laufenden Motoren um so leichter eintritt, je kleiner der Netz-Reihen-Blindwiderstand ist (vorübergehende Selbsterregung beim Anlassen, Einfluß des Anlaßwiderstandes; s. Abb. 2). Die durchgerechneten praktischen Beispiele stimmen mit den Versuchswerten gut überein. [J. W. Buttler u. C. Concordia, Electr. Engng. 56 (1937) S. 975; 14 S., 18 Abb.] *H. Schz.*

621. 315. 21 **Erfahrungen mit Kabeln ohne Metallmantel.** — Aus einem Bericht, der auf der Tagung der fünf EEJ-Kommissionen in Chicago über Kabel mit nichtmetallischem Mantel erstattet wurde, ist zu entnehmen, daß auf diesem Gebiet in den V. S. Amerika wohl Fortschritte zu verzeichnen sind. Derartige Kabel können aber noch nicht als befriedigend für den Netzbetrieb bezeichnet werden, hauptsächlich was ihre Eignung für das Ausbrennen von Fehlern betrifft. Auf der Tagung wurde besprochen, ob die Forderungen in dieser Hinsicht nicht an Bedeutung verlieren, wenn man bei sehr hohen Fehlerströmen Dämpfungsglieder vorsieht. [Electr. Wld., N. Y. 107 (1937) S. 1662; ½ S., 0 Abb.] *Rgn.*

621. 315. 211. 3 **Neue Ölkabelanlagen in Chicago.** — Zur Erweiterung des 66 kV-Netzes von Chicago wurden 1936/37 von der Edison Company 4 Anlagen für eine Nennleistung von je 100 MVA erstellt, die insgesamt 160 km Einleiter-Ölkabel umfassen. Eine Wirtschaftlichkeits-Betrachtung zeigt, daß das Ölkabel infolge weiterer Vereinfachungen, höherer Überlastbarkeit und niedrigerer Jahreskosten je kVA einem Massekabel gleicher Leistung überlegen ist. Hinzu kommt außerdem, daß etwa 60% der Kabel in bereits vorhandene Röhren verlegt werden konnten, was bei den wesentlich größeren Abmessungen entsprechender Massekabel nicht möglich gewesen wäre. Der Kupferquerschnitt des Hohlleiters beträgt rd. 1000 mm² und bei einigen Längen 1400 mm². Die relativ geringe Ausnutzung ist durch die mit Rücksicht auf andere Kabel erforderliche Temperaturbegrenzung bedingt. Die Isolation, die zu etwa $^1/_3$ aus verdichtetem Papier besteht, wurde auf Grund amerikanischer und europäischer Erfahrungen und näher beschriebener Versuche an 132 kV-Kabeln mit 8 mm bemessen. Für den 3,6 mm starken Bleimantel wurde eine Kupferlegierung verwendet und dadurch eine 5%ige Verbilligung des Kabelpreises erzielt, da Verbesserungen der Kabelröhren eine besonders harte Oberfläche bzw. die bisher übliche Zinnlegierung nicht für notwendig erschienen ließen. Interessant ist die Kabelmuffe, die für den Einbau in übliche Kammern äußerst kleine Abmessungen besitzt (etwa 100 × 13 cm). An Stelle von Wickelpapier wurde ein ölbeständiges Lackband hoher mechanischer Festigkeit und niedriger dielektrischer Verluste verwendet und bei den Sperr- und Speisemuffen die bisherigen Porzellanisolatoren durch Hartpapierrohre ersetzt, deren innere Oberfläche als Ölspeisekanal eine Nut besitzt. Die Mantelhälften der quergeteilten Muffen sind zur Unterbrechung der Bleimäntel voneinander isoliert. Die Kanalabschnitte haben eine Länge von rd. 200 m, die Entfernung zwischen den Speisestellen beträgt etwa 1 km und zwischen den Sperrmuffen rd. 2,5 km. Bemerkenswert sind außerdem der Öldruck-Differentialschutz, der auf Druckunterschiede in den einzelnen Phasen anspricht und die bei der Verlegung an Stelle von Zelten o. dgl. benutzten Wagen, in denen sämtliche erforderlichen Einrichtungen, wie Vakuumpumpe, Ölerhitzer usw. eingebaut sind. Die Abhandlung gibt unter Berücksichtigung amerikanischer Verhältnisse einen guten Überblick über den heutigen Stand der Ölkabeltechnik. [H. Halperin u. G. B. Shanklin, Electr. Engng. 56 (1937) S. 739; 10 S., 9 Abb.] *ne.*

Elektromaschinenbau.

621. 313. 013 **Der einseitige magnetische Zug und seine mechanische Wirkung.** — Bei der mechanischen Berechnung einer elektrischen Maschine müssen der einseitige magnetische Zug, die Steifigkeit der Welle und ihre höheren Harmonischen berücksichtigt werden. Bei allen Ableitungen wird vorausgesetzt[1]), daß der magnetische Zug F direkt proportional der Exzentrizität y zwischen Läufer und Ständer ist: $F = k\,y$. Bei plötzlichem Einschalten entsteht eine schlagartige Belastung der Welle und des Ständers, welche dieses System in Schwingungen versetzt. Ist c die Elastizitätskonstante, d. i. die Kraft P, welche eine Durchbiegung y von 1 cm herbeiführt ($c = p$ vi) und y_0 die Exzentrizität der ruhenden Maschine, so ist die maximale Amplitude der Schwingung y gegeben durch die Gleichung:

$$k\,y_0\,y + k\,\frac{y^2}{2} = \frac{c\,y^2}{2}$$

und daraus:

$$y = \frac{2\,k\,y_0}{c - k}\,.$$

Sind c_1 und c_2 die Elastizitätskonstanten des Läufers und Ständers $\left(\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)$, so lauten die für Ständer und Läufer geltenden Gleichungen:

$$m_1\,y_1'' = -\,c_1\,y_1 + k\,y_0 + k\,y_1 + k\,y_2\,,$$
$$m_2\,y_2'' = -\,c_2\,y_2 + k\,y_0 + k\,y_2 + k\,y_1\,.$$

Die Lösung dieser Gleichungen liefert die periodische Schwingung mit den größtmöglichen Amplituden

$$y_{1\max} = 2\,y_0\,\frac{k'}{c_1 - k'}\,, \qquad y_{2\max} = 2\,y_0\,\frac{k''}{c_2 - k''}\,;$$

$$k' = k\,\frac{c_2}{c_2 - k}\,, \qquad k'' = k\,\frac{c_1}{c_1 - k}$$

und die zugehörigen Winkelgeschwindigkeiten

$$\omega_{1,2}^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{c_1 - k}{m_1} + \frac{c_2 - k}{m_2}\right) \pm \sqrt{\frac{1}{4}\left(\frac{c_1 - k}{m_1} - \frac{c_2 - k}{m_2}\right)^2 + \frac{k^2}{m_1\,m_2}}\,.$$

Wird $c = k$, oder $c_1 = k'$, oder auch $c_2 = k''$, so klebt der Läufer am Ständer. Verfolgt man in den Kurven den Zusammenhang zwischen der Ausschwingung der Welle mit ihrer Steifigkeit, so findet man, daß bei $c/k = 3$ der Kurvenverlauf geradlinig, bei $c/k = 2$ rascher ansteigend und bei $c/k = 1{,}5$ die gefährliche Grenze ist.

Für die Berechnung der Welle belastet man sie mit dem kritischen, einseitigen, magnetischen Zuge für 1 mm Exzentrizität. Dabei soll nach den vorausgegangenen Ausführungen die Durchbiegung der Welle und des Ständers zusammengenommen nicht größer als $^1/_3$ mm sein. Die Ständerdurchbiegung ist fast immer wesentlich kleiner als die der Welle ($c_2 > c_1$), weshalb mit c gerechnet wird. Wenn diese Grenze überschritten ist, so darf in keinem Falle die Durchbiegung von Welle und Ständer größer als ½ mm sein, und es ist nötig, die übrigen Maschinenteile nachzuprüfen, ob sie der freien Schwingung nach $\omega_{1,2}$ entsprechen.

Um die kritische Drehzahl zu berechnen, wird vorausgesetzt, daß der Läufer gut ausgewuchtet ist. Die erzwungene Schwingung wird dann in Abhängigkeit von der Exzentrizität y_0 berechnet aus den Gleichungen:

$$m_1\,y_1'' = -\,(c_1 - k)\,y_1 + k\,y_0\cos\omega\,t + k\,y_2\,,$$
$$c_2\,y_2 = k\,y_1 + k\,y_2 + k\,y_0\cos\omega\,t\,.$$

Die kritische Winkelgeschwindigkeit ist $\omega_k^2 = \frac{c_1 - k'}{m_1}$, wobei sich k' entlang des Umfanges des Ständers ändert. Die Änderung ist aber gering, so daß man schreiben kann $\omega_k^2 = \frac{c_1 - k}{m_1}$. Weiter berechnet man den Ständer als einen in der horizontalen Achse eingespannten Ring. Verfolgt man den Verlauf des Wertes $k'\cos\omega\,t$ ($k'\sin\omega\,t$) entlang des Umfanges des Ständers, so findet man, daß sich in ihm nur ungerade Harmonische ergeben. Diese erweisen sich auch im ungünstigen Falle ($c = 2\,k$) als ungefährlich.

Ähnlich findet man, daß der Verlauf $y_{02}\cos\omega\,t$ ($y_{02}\sin\omega\,t$), wo y_{02} die Durchbiegung des Ständers infolge seines Eigengewichtes ist, die geraden Harmonischen enthält und daß nach der Berechnung des gewöhnlichen Falles ($c = 3\,k$) diese Harmonischen gefährlich sind. Deshalb sind nur die geraden Harmonischen der kritischen Drehzahl (zweite und vierte, die sechste wahrscheinlich schon nicht) gefährlich. Bei Vertikalmaschinen ist es notwendig auf alle Harmonischen zu achten, weil bei diesen Maschinen die Biegung des Ständers unregelmäßig sein kann. [J. Soukenik, Elektrotechn. Obzor 26 (1937) S. 566.] *V. B.*

[1]) ETZ 39 (1918) S. 1, 15 u. 25.

Digitized by Google

Geräte und Stromrichter.

621. 315. 623. 4 **Innenraumstützer mit versenkten Elektroden.** — Eine im Prinzip seit längerem bekannte Stützerbauart mit versenkten Kopf- und Fußelektroden und gleichzeitiger Anordnung einer Querrippe im Porzellankörper wird beschrieben. Die Elektroden bestehen aus mehreren verschraubbaren Teilen und werden mittels eines in eine Nut des Porzellankörpers passenden Federrings im Isolator befestigt. Diese Anordnung hat bei einer allerdings gegenüber üblichen Bauarten erhöhten Durchschlagsbeanspruchung des Porzellans u. a. den Vorteil, daß nahezu die gesamte Bauhöhe des Isolators für den Isolationsweg in Luft (Schlagweite) ausgenutzt wird. Bei Stützern für Reihenspannungen über 10 kV wird die Wandung der Isolatorhöhlung metallisiert. Ein am Modell im Elektrolytbade aufgenommenes Feldbild ergab eine recht gleichmäßige von der Aufstellungsart ziemlich unabhängige Spannungsverteilung längs des Isolators. Bei einem derartigen mit Innenelektroden ausgerüsteten Stützer für 10 kV Reihenspannung, 145 mm Schlagweite, 150 mm Bauhöhe, betrug die Trockenüberschlagspannung (Effektivwert) 93 kV in hängender Anordnung, wobei die Fußelektrode durch einen 50 cm langen Draht mit Erde verbunden war, und 90 kV bei Aufstellung auf geerdeter Grundplatte. Derselbe Isolator hatte in letzterer Anordnung, aber bei entfernten Innenelektroden und einer großen Platte als Kopfelektrode, eine Überschlagspannung von nur 60 kV. Die Mindest-Stoßüberschlagspannung des auf geerdeter Platte aufgestellten mit Innenelektroden versehenen 10 kV-Stützers betrug 144 kV für positiven und 163 kV für negativen Stoß, wobei allerdings die benutzte Wellenform nicht angegeben war. In hängender Anordnung des Stützers ergab sich eine nur um 5% erhöhte positive, dagegen die gleiche negative Mindest-Stoßüberschlagspannung wie bei Aufstellung auf geerdeter Platte. Eine mit immer steiler werdenden Spannungsstößen ausgeführte Durchschlagsbeanspruchung hielt der Stützer bis zu der durch die Prüfanlage gegebenen Spannungsgrenze anstandslos aus. Der beschriebene 10 kV-Innenraumstützer mit eingezogenen Elektroden weist gegenüber dem genormten Stützer SAR 10 nach DIN VDE 8100 mit wesentlich größerer Bauhöhe (190 mm) und allerdings etwas niedrigerer Schlagweite (127 mm) eine um etwa 60% höhere 50 Hz-Überschlagspannung und eine um etwa 50% höhere positive Mindest-Stoßüberschlagspannung auf.

Bei Stützern mit Innenelektroden (entsprechend der Annäherung an die Anordnung Spitze—Spitze) ist der Unterschied zwischen negativer und positiver Stoßüberschlagspannung durch starke Erhöhung der letzteren und geringe Erniedrigung der ersteren wesentlich kleiner als bei Stützern üblicher Bauart mit aufgesetzten Elektroden, die mehr der Anordnung Spitze—Platte entsprechen. Außerdem ist die Überschlagspannung der Stützer mit versenkten Elektroden sowohl bei Betriebsfrequenz als auch bei Stoß nahezu unabhängig von der Aufstellungsart und der Umgebung des Isolators.

(Anm. d. Ber.: Erwähnt sei noch, daß die günstige Feldverteilung bei Isolatoren mit vorgeschobenen Innenelektroden in Deutschland seit langem bekannt ist. So verweist z. B. Schwaiger[1]) auf die guten elektrischen Eigenschaften der ältesten Rillenisolatoren mit eingekitteten Armaturen und beschreibt einen Stützer mit eingezogenen Leitungselektroden. Ferner sind von deutschen Firmen seinerzeit zahlreiche Stützer ähnlicher Bauart mit Innenelektroden[2]) geliefert worden. Schließlich sei an die neuesten deutschen Untersuchungen[3]) über die Stoßüberschlagspannung von Stützern und ihre Beeinflussung durch Einbau und Formgebung erinnert.) [H. Puppikofer, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 422; 4 S., 8 Abb.] *Jt.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 728 **Abgeschirmte Kugelfunkenstrecke.** — Bereits in einem früheren Bericht[4]) waren Versuche von Pugno Vanoni und Di Pieri mit abgeschirmten Kugelfunkenstrecken besprochen und weitere, zunächst nur schriftlich mitgeteilte Untersuchungen erwähnt. Diese sind inzwischen von denselben Verfassern veröffentlicht worden und bestätigen die früheren Ergebnisse, insbesondere, daß die Schutzringe durch Vergleichmäßigung des elektrischen Feldes die größte bei einpoliger Erdung zu messende Spannung zu erhöhen gestatten. Weiter lassen sie bis zu ziemlich großen Schlagweiten die Überschlagspannungen mit denjenigen für isolierte Anordnung zusammenfallen und bringen auch die positive und negative Stoßspannung in ziemlich weitgehende Übereinstimmung miteinander. Ferner schützen die Abschirmringe den Schlagraum zwischen den Meßkugeln gegen äußere Feldstörungen und vermindern dadurch die Streuung der Meßwerte. Dabei sind sie leicht aufzustellen und erfordern verhältnismäßig wenig Raum. — Die schon in dem früheren ETZ-Bericht[1]) erwähnte Abweichung gegenüber den Werten von Dattan, der für positive Stoßspannung nahezu gleichhohe Spannungswerte mit und ohne Schutzringe gefunden hatte, während die italienischen Verfasser auch für positiven Stoß ohne Schutzringe höhere Werte als mit Schutzringen messen, erklären die Verfasser damit, daß Dattan mit einer ziemlich frei von anderen Fremdkörpern aufgestellten Funkenstrecke gearbeitet hätte, während sie, den meist recht beschränkten Raumverhältnissen Rechnung tragend, in einem weniger gleichmäßigen Feld gearbeitet und dafür größere Schutzringe von dem 5-fachen Kugeldurchmesser benutzt hätten.

Endlich heben die Verfasser noch hervor, daß ihre betriebsfrequenten Meßwerte für Kugeln von 125, 150 und 250 mm Dmr. (aber nicht für 62,5 mm) ohne Schutzring gut mit den IEC-Werten nach der Publikation 52[2]) übereinstimmen und daß die Werte für negativen Stoß (gültig für eine Stoßwelle von 2 | 50 µs bei 90% Trefferzahl) sehr gut mit den eben erwähnten IEC-Werten (Der Ber.: und damit auch den von amerikanischer Seite zur Normung vorgesehenen negativen Stoßspannungswerten) übereinstimmen. [E. Pugno Vanoni u. C. Di Pieri, L'Elettrotecnica 24 (1937) S. 390; 4½ S., 9 Abb.] *W.W.*

Elektrowärme.

621. 365. 4 **Elektrische Glühöfen mit Schutzgas in den V. S. Amerika.** — Die amerikanische Stahlindustrie verwendet schon seit Jahren in vielen Fällen elektrische Öfen mit Schutzgas, besonders für die Warmbehandlung von Bandstahl, Drähten und Kraftwagenblechen. Es wurden dabei Schutzgasanlagen entwickelt, die ein billiges Schutzgas liefern, sodaß die elektrischen Glühöfen nicht nur betriebssicher, sondern auch wirtschaftlich arbeiten. In einer Anlage wird ein Schutzgas aus Ammoniak hergestellt. Das in Flaschen befindliche flüssige Ammoniak wird in einen Verdampfer geleitet, in den gasförmigen Zustand übergeführt und in einer elektrisch geheizten Retorte in 75% H_2 und 25% N_2 zerlegt. Eine Ofenanlage besteht aus zwei elektrisch geheizten Hauben, die elektrisch gehoben und gesenkt werden. Zu jeder Haube gehören 4 Ofenböden und 4 hitzebeständige Glühhauben, die über das Glühgut gestülpt werden. Die eingeschlossene Luft wird durch Einlassen des Wasserstoff-Stickstoff-Gemisches unter die Glühhaube vollständig verdrängt. Erst dann wird der beladene Ofenboden mit der Glühhaube unter die elektrisch beheizte Haube gebracht und auf 750° erwärmt. In 8 bis 10 h ist das Glühgut gleichmäßig durchgewärmt. Der Stromverbrauch ist etwa 175 kWh/t Glühgut. Solche Haubenöfen werden zum Blankglühen von Stahlbändern für Rasierklingen und für die Herstellung von Kraftwagenblechen eingesetzt. Eine dieser letzteren Anlagen verfügt über 26 elektrisch geheizte Hauben, 78 hitzebeständige Glühhauben und 78 Ofenböden. Jede Haube faßt 15 t Bleche. Die elektrisch geheizte Glühanlage mit Schutzgas ist sehr wirtschaftlich, da sie weniger Ausschußglühungen, weniger Zwischenglühungen, weniger Werkstoffverluste durch Verzundern, Ersparnisse an Beizkosten, kleineren Verschleiß an Zieh-Walzwerkzeugen und kleineren Platzbedarf aufweist. Auch der Durchrollofen mit Schutzgasatmosphäre ist wirtschaftlich. Ein Durchroll-Normalglühofen hat eine Stundenleistung von 7,5 t Kraftwagenblechen mit einer Bandbreite von 1400 mm bei einem Anschlußwert von 2335 kW. [J. Eberwein, Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 945; 4½ S., 7 Abb.] *Kp.*

621. 365. 42 **Elektrische Strahlungsöfen mit Graphitwiderständen.** — Der stabförmige Graphitheizkörper des Einphasenofens liegt axial innerhalb des Ofenraumes. Er ist durchschnittlich mit 200 A/cm² belastet. Die Oberflächenbelastung beträgt bis zu 120 W/cm². Durch den Gebrauch derartiger Heizkörper werden hohe Temperaturen erreicht (Schmelzen von Magnesia bei etwa 2800° C). Der Ofen kann gedreht oder geschaukelt werden. Die Anschlüsse des Graphitstabes sind wassergekühlt. Die Heizkörper sind leicht auszuwechseln. Für größere Leistungen, über 300 kW, müssen rohr-

---

[1]) A. Schwaiger, Elektrische Festigkeitslehre S. 407 u. 413. Berlin: Julius Springer 1925.
[2]) Vgl. z. B. Bauart Rösing, DRP. 358 884 vom 7. 12. 1920.
[3]) W. Weber, VDE-Fachberichte 9 (1937), Bericht A II, 3 und J. Rebhan, ETZ 58 (1937) H. 44, S. 1177.
[4]) ETZ 58 (1937) H. 22, S. 609.

[1]) ETZ 58 (1937) H. 22, S. 609.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 1243; 58 (1937) H. 32, S. 889.

Digitized by Google

förmige oder unterteilte Graphitkörper verwendet werden. Einphasige Öfen bis zu einem Anschlußwert von 600 kW sind bereits ausgeführt. Der Graphitverbrauch eines Ofens mit 100 kg Fassungsvermögen und 100 kW Anschlußwert betrug bei einer Temperatur von etwa 1600°C 1650 g/1000 kWh. Um Verluste durch Induktion im Gehäuse des Ofens zu vermeiden, wird der Strom über eine Kupferabschirmung innerhalb des Stahlgehäuses zurückgeführt, so daß sich Zu- und Ableitung des Stromes an der gleichen Gehäuseseite befinden. Durch diese Maßnahme wurde bei einem Ofen mit 500 kg Fassungsvermögen der Verlust auf 0,68 kWh/kg heruntergedrückt. Der Leistungsfaktor wird bei einer Belastung der Heizkörper mit 15 000 A von 0,7 auf 0,94 verbessert. Diese Öfen werden zum Schmelzen aller Arten von Metallen, Eisen und Stählen verwendet.

Um pulverisierte Stoffe zu brennen, wurde ein auf denselben Grundsätzen aufgebauter Ofen entwickelt. Der Heizraum, der durch einen Zylinder gebildet wird, dreht sich so schnell um den die Achse bildenden Heizstab, der an der Bewegung nicht teilnimmt, daß sich das Pulver gleichmäßig an den inneren Wänden anlegt und auf diese Weise Rohre erhalten werden. [M. H. George, Bull. Soc. franç. Électr. 7 (1937) S. 875; 12 S., 7 Abb.] *Kps.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 44 : 621. 311. 1 **Neuerungen in der Hochfrequenztelephonie für Elektrizitätswerke.** — Die zunehmende Verbundwirtschaft der Elektrizitätswerke erforderte eine Neuentwicklung auf dem Gebiete der Hochfrequenz-(HF-)Telephoniegeräte. Die für die Nachrichtenübermittlung benutzten Hochspannungsfreileitungen haben im Bereich der für die HF-Telephonie benutzten Trägerfrequenzen (50 bis 300 kHz) eine erhebliche Dämpfung. Der Hauptdämpfungsanteil rührt vom Einfluß der Erde her, da ein Teil des die Leitung umgebenden elektrischen und magnetischen Feldes in die Erde eindringt. Bei der meist üblichen Einphasenkopplung mit Erdrückleitung wird die Dämpfung noch durch den hohen Erdwiderstand der Rückleitung erhöht. Ferner ist der Dämpfungsbetrag der Leitung nicht konstant; bei Rauhreif nimmt die Dämpfung durch die hohen dielektrischen Verluste der Eishülle gegenüber Luft erheblich zu. Neben dieser Betriebsdämpfung wird die Reichweite einer HF-Telephonieverbindung durch den durch Gewitter, Ableitung und Schaltvorgänge verursachten Störpegel bestimmt. Um bei den Weitsprechverbindungen, unabhängig von äußeren Einflüssen, den für eine gute Sprechverständlichkeit einzuhaltenden Mindestabstand von Nutz- und Störpegel zu erhalten, werden die neuentwickelten HF-Sprechgeräte mit einer selbsttätigen Pegelregelung mit einem Regelbereich von maximal 4 Neper versehen. Bei den neuen HF-Sende- und Empfangsgeräten ist die Überbrückung einer Dämpfung von maximal 7 Neper möglich. Eine wesentliche Verbesserung der Sprachgüte und gleichzeitig eine Dämpfungsverringerung ergibt sich bei Verwendung von den zwischen Kopplungskondensator und HF-Gerät geschalteten Durchgangsfiltern an Stelle der bisher benutzten Leitungsabstimmgeräte. Im zweiten Teil der Arbeit werden diese Neuerungen an der HF-Telephonieanlage der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG und der Elektrizitätswerke Wien noch eingehend besprochen. [B. Kleebinder, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 25; 7 S., 7 Abb.] *Vt.*

621. 395. 26 **Sekretärdienst für Sprechstellen in den V. S. Amerika.** — Fernsprechteilnehmer, die Räume in großen Miets- oder Geschäftshäusern innehaben, können ihre Hauptanschlüsse während ihrer Abwesenheit durch einen Sekretärdienst (Telephone Secretarial Service) bedienen lassen. Die dazu notwendigen Einrichtungen werden den Mietern von Wohn- und Geschäftsräumen entweder von den Hausverwaltungen als zusätzliche Ausstattung zu den Mieträumen oder auch von anderen privaten Unternehmern angeboten und von diesen auch betrieben. Sowohl die Anschlüsse in den Hauptgebäuden, Nebengebäuden und den zugehörigen Grundstücken, als auch die Anschlüsse außerhalb des Hauses können einem Sekretärdienst zugeteilt werden. Jeder Benutzer des Sekretärdienstes behält seine unmittelbare Leitung zum Amt. Sie wird lediglich von der Sprechstelle zum Sekretärplatz verlängert. Die Bedienung des Sekretärdienstes beantwortet Anrufe, nimmt Mitteilungen entgegen und gibt Aufträge, die sie erhalten hat, weiter. Amtsgespräche des Sprechstelleninhabers können vom Sekretärdienst nicht unterbrochen werden; auch kann der Bedienende auf den Anschlüssen der Benutzer des Sekretärdienstes unberechtigt abgehende Gespräche nicht führen. Außerdem ist sichergestellt, daß die Amtsgespräche von der Bedienung des Sekretärdienstes nicht mitgehört werden können.

Die verschiedenen technischen Einrichtungen für Sprechstellen und für Sekretärzentralen (Zuschalten des Sekretärdienstes bei der Hauptstelle oder bei der Bedienungsstelle mit und ohne selbsttätige Abtrennung der Sekretärstelle bei Wiederbenutzung der Hauptstelle) werden an verschiedenen Skizzen erklärt. [H. R. White, Bell Teleph.-Quart. 16 (1937) S. 135; 10½ S., 4 Abb.] *Rdr.*

Physik.

621. 313. 12. 024 : 539. 17 **Hochspannungsanlage für Versuche zur Kernaufspaltung.** — H. R. Crane beschreibt eine Anlage zur Erzeugung eines hochgespannten Ionenstroms von 250 μA und 1 MV Spannung, welche für Kernzertrümmerungsversuche benutzt werden soll. Die Anlage enthält 5 in Kaskade geschaltete Transformatoren von je 200 kV, die unmittelbar das Entladungsrohr speisen. Dieses besteht ebenfalls aus 5 hintereinandergeschalteten Röhren aus Pyrex-Glas von 41 cm Dmr. und 61 cm Länge. Die Verbindungsstellen der Rohre tragen im Innern je eine zylindrische Elektrode von 15 cm Dmr. und 3 mm Wandstärke und sind über induktive Widerstände unmittelbar mit den entsprechenden Punkten der Transformatorkaskade verbunden. Zwischen den Elektroden werden die Ionen auf einer Strecke von 6,3 cm beschleunigt. Das Entladungsrohr trägt eine Metallkugel von 1 m Dmr., in die ein zur Erzeugung der Ionen dienendes Entladungsgefäß hineinragt. Eine zweite ebenso große, auf Hochspannungspotential befindliche Kugel enthält den Gleichspannungsgenerator zum Betrieb des Ionenrohres. Durch sinnvolle Gegenschaltung einer von der obersten Tertiärwicklung der letzten Kaskade entnommenen Wechselspannung gegen die Gleichspannung des Ionenrohres wird erreicht, daß lediglich während der positiven Halbwelle Ionen emittiert werden. Das Entladungsrohr führt daher nur etwa während einer Viertelperiode der speisenden Wechselspannung einen abgehackten Gleichstrom. Die wenigen während der negativen Halbwelle emittierten Elektronen werden durch ein Sperrsystem mit einem starken Magnetfeld am Ende des Rohres abgesaugt. Transformator und Ionenrohr sind nur für ½ s in dem Augenblick eingeschaltet, wo in der mit der Einrichtung verbundenen Nebelkammer die Expansion erfolgt. Wegen der ungleichen Geschwindigkeit der während der positiven Halbwelle beschleunigten Ionen ist die Anlage nur für solche Kernuntersuchungen brauchbar, bei denen es nicht auf die Geschwindigkeit der bombardierenden Ionen ankommt. Durch besondere Luftspalte in den Eisenkernen der speisenden Transformatoren ist noch dafür gesorgt, daß der erforderliche Ladestrom von 100 mA durch den Leerlaufstrom der Transformatoren so weit kompensiert wird, daß der gesamte Leistungsbedarf nur etwa 10 kVA, bei 6 kW Eigenverbrauch, beträgt. [H. R. Crane, Phys. Rev. 52 (1937) S. 11; 6½ S., 5 Abb.] *Els.*

Werkstatt und Baustoffe.

535. 826. 1 : 621. 315. 2. 08 **Mikroskopische Prüfung des Kabelaufbaus.** — Auf der Tagung der fünf EEJ-Kommissionen in Chikago wurde auch ein Verfahren zur Prüfung der Gleichmäßigkeit des mechanischen Aufbaus der Kabelisolation besprochen. Danach ist ein solches entwickelt worden, das Querschnitte durch das Kabel erlaubt, ohne den Lagenaufbau zu verändern. Die Schnitte werden so ausgeführt, daß sie mikroskopische Messungen erlauben. Sie können bis zu rd. $^1/_{10}$ mm Dicke herunter angefertigt werden, so daß sie sich in durchscheinendem Licht betrachten lassen und daher jede Unvollkommenheit des Kabelaufbaus aufdecken. Das angewandte Verfahren besteht darin, ein kurzes Kabelstück von Öl bzw. Masse zu befreien und dafür mit einem — im flüssigen Zustand befindlichen — Füllstoff zu tränken, der polymerisiert einen festen Block bildet. Der mikroskopische Schnitt wird mit Säge und weiter auf der Drehbank bis zu der angegebenen Dicke herunter bearbeitet. Die Ergebnisse des Verfahrens sind gut. Es läßt sich erkennen, daß die Isolation stellenweise locker und an den Krümmungen der Sektorleiter sehr gezerrt aufgebracht ist; auch Hohlräume zwischen den Papierlagen sind gut zu erkennen. [Electr. Wld., N. Y. 107 (1937) S. 1662; ½ S., 0 Abb.] *Rgn.*

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Die Elektrizitätserzeugung in Italien und der Aufbau der wichtigsten Erzeugungs-Konzerne.

Von **Johannes von Rautenkrantz VDE**, Mailand.

621. 311. 1 (45)

Übersicht. Es wird vergleichsweise die Elektrizitätserzeugung Italiens der Jahre 1932 bis in das Jahr 1935 hinein behandelt; ferner der Aufbau der bedeutendsten Konzerne und ihre Verteilungsgebiete auf der Halbinsel, in den Kolonien und der Vatikanstadt. Auf das Erddampfwerk Larderello wird kurz hingewiesen.

Das Jahr 1934 brachte für die italienische Elektrizitätserzeugung eine Erhöhung von rd. 8 %, wie aus Zahlentafel 1 hervorgeht.

In den ersten 7 Monaten des Jahres 1935 trat infolge der durch die politische Lage stark beschäftigten Industrie eine weitere Erhöhung der Erzeugung von rd. 7,5 % ein, nämlich:
7 445 613 000 kWh
gegen
6 922 070 000 kWh.

Im Jahre 1934 ist die Einfuhr aus der Schweiz gegenüber 1933 um 30 Mill kWh gestiegen.

Die mit nationalen Heizmitteln erzeugte Arbeit betrug rd. 115 Mill kWh und damit rd. 1 % der Gesamterzeugung. Diese Menge wird fast ausnahmslos von den Erddampfwerken der Larderellogruppe bestritten. Gegen 1933 zeigt sich hier ein Rückgang von rd. 15 %. Auch in der sonst durch Wärmekraft erzeugten Menge ergab sich eine Verminderung um rd. 15 Mill kWh.

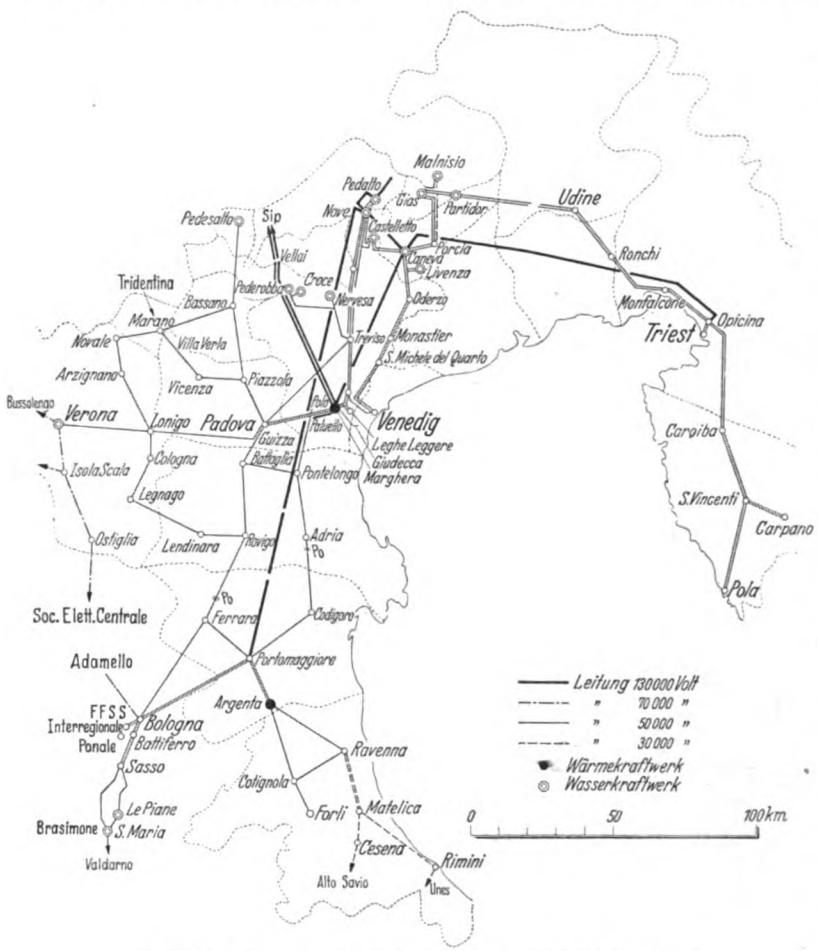


Abb. 1. Verteilungsnetz der Società Adriatica di Elettricità, Venedig.

Zahlentafel 1.

Erzeugt durch	1932 kWh	1933 kWh	1934 kWh
Wasserkraft	9 720 835 164	10 723 795 717	11 560 018 065
Wärme	292 164 739	338 371 030	323 917 250
Einfuhr	169 159 660	177 010 660	206 110 220
Insgesamt in kWh	10 182 159 563	11 239 177 407	12 090 045 535

Aufbau der bedeutendsten Konzerne.

Im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte sind die vielen kleinen und mittleren Elektrizitätsgesellschaften mit den größeren verschmolzen, so daß man sich über die Elektrizität erzeugende Industrie ein genügend klares Urteil bilden kann, wenn man den Aufbau der größeren Gruppen betrachtet.

Edison-Gruppe: Zu den ältesten Elektrizitätsgesellschaften Italiens gehört die Società Edison, die ihre Tätigkeit im Jahre 1884 in Mailand mit einer Dampfzentrale für 6000 Lampen begann und im Jahre 1890 noch 5 kg Kohle je kWh verbrauchte. Aus diesen bescheidenen Anfängen entstand die Edison-Gruppe, die größte Elektrizitätsgesellschaft Italiens, die hauptsächlich die Lombardei, Emilia und Ligurien mit Strom versorgt, sich aber in der letzten Zeit auch die Gasversorgung einiger Gebiete (so z. B. Mailand) angegliedert hat. Die ganze Gruppe verfügt über ein nom. Aktienkapital von 520 Mill RM[2]), wovon auf die Elektrizitätsgesellschaft des Konzerns 480 Mill RM fallen. Die Anlagen und Immobilien sind mit 0,73 Mrd (0,6)[3]) bewertet. Investiert wurden 0,8 Mrd (0,7), 1933 wurden 30 Mill RM (27,5) an Dividenden bezahlt und über 17 Mill RM (15) an den Staat abgeführt. — Im Jahre 1933 verfügte die Gruppe über Wasserkraftanlagen von insgesamt 1,2 Mill kW und über Wärmekraftwerke von 180 000 kW Leistung. Im gleichen Jahre wurden 3,133 Mrd kWh ins Netz abgegeben, davon 2,862 Mrd hydraulisch und nur 300 000 thermisch gewonnen. Einschließlich des Stromaustausches mit anderen Gesellschaften wurden 3,5 Mrd kWh abgesetzt. Die größte thermische Zentrale der Gesellschaft ist das Kraftwerk Concenter im Hafen von Genua[4]), das aber nicht ausgebaut wurde. Es sollte als Spitzenwerk dienen, liegt aber seit Jahren still.

Die Gruppe der Soc. Idroelettrica Piemontese (SIP) erfuhr gegen Ende 1933 eine völlige Umorganisation und Sanierung, indem die ihr angegliederten 3 Telephon-Konzessionsgesellschaften, die italienische Rundfunkgesellschaft und andere nicht ins Stromerzeu-

[1]) ETZ 55 (1934) S. 1174.

[2]) 1 RM = 7,63 Lire.

[3]) Die Klammerwerte gelten für die reinen Elektrizitätsgesellschaften des Konzerns und sind in RM umgerechnet.

[4]) ETZ 50 (1929) S. 1058.

Digitized by Google

gungsgebiet gehörende Gesellschaften von ihr losgetrennt wurden. Die Gruppe hat jetzt ein Kapital von rd. 70 Mill RM. Die Werke haben eine Leistung von 375 285 kW (hydraulisch) und 58 000 kW (thermisch). Erzeugt wurden 1649 Mill kWh, verkauft 1419 Mill kWh, während die beiden Wärmekraftzentralen Castellanza und Turbigo schon seit 2 Jahren stilliegen. Als Ergänzung wurden 336 Mill kWh

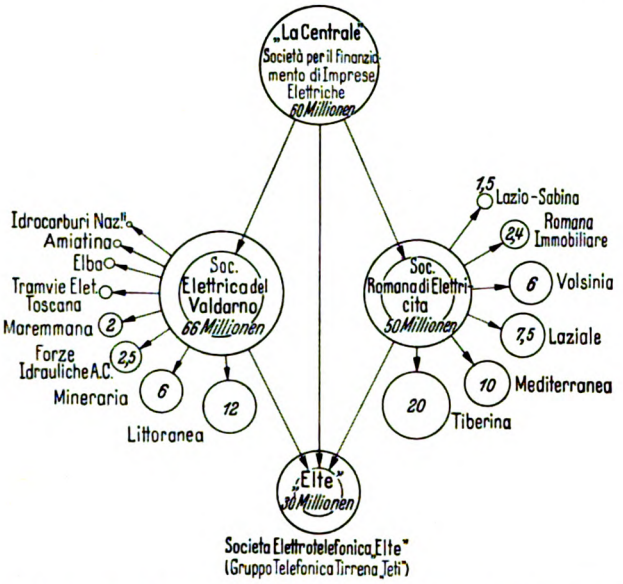


Abb. 2. Aufbau der Gruppe „La Centrale" in Mittelitalien. Die Kapitalwerte sind in RM (1 RM = 5 Lire) umgerechnet.

dazugekauft, und zwar 221 Mill kWh allein von der Gesellschaft Isarco, welche das Kraftwerk Kardaun bei Bozen betreibt. Der Strom wird dem Sip-Netz (Soc. Lombarda) auf einer 220 kV-Leitung aus dem Eisacktal bis nach Cislago in der Nähe von Mailand zugeführt.

Die Werke Südtirols sind mit der Sip-Gruppe durch die 230 kV-Leitung, die von dem Kraftwerk Kardaun[5]) im Eisacktal nach Cislago (bei Mailand) läuft, verbunden[6]). Außerdem dient dies der Soc. dell'Isarco gehörende Werk mit einer installierten Leistung für die Stromversorgung der Brenner-Bahnlinie.

Die Ausnutzung der Etsch begann im Jahre 1896 mit dem Bau des Kraftwerkes auf der Töll unter Leitung von Oskar v. Miller für 1470 kW, sie ist im Laufe der Jahre durch den Ausbau der zweiten Stufe Marlengo auf 68 800 kW gesteigert. Im ganzen sind in Südtirol rd. 646 000 kW installiert. Die Azienda Elettrica Consorziale, der die Etschwerke gehören, erzeugt jährlich über 200 Mill kWh. Die Anlagen haben heute einen Wert von 14 Mill RM; sie geben ihren Eigentümern, den Städten Bozen und Meran, einen jährlichen Kapitalnutzen von 6 %.

Società Adriatica di Elettricità (Gruppe Adriatica). In diesem großen Konzern (59 Mill RM) hat der italienische Finanzmann und frühere Finanzminister Conte Volpi di Misurata 17 Elektrizitätsgesellschaften in den Landesteilen gegen das Adriatische Meer vereinigt. Die Stromversorgung umfaßt die Provinzen Istrien, Triest Friaul, Belluno, Venedig, Padua, Vicenza, Verona, Rovigno, Ferrara, Ravenna, Forli und Bologna, bei einem Flächeninhalt von 44 000 km² und rd. 6 Mill Einwohnern (Abb. 1). Die größten der Gesellschaften sind:

Idroelettrica Veneta (34 Mill RM). Sie ist Besitzerin der großen Kraftwerke der Gruppe, die hauptsächlich an der Piave und Brenta liegen. Die Kraftwerke Fadalto und Nove, welche die Stauseen Lago S. Croce und Lago morto ausnutzen, von welchen der erstere 120 Mill m² Fassungsvermögen besitzt, haben eine Gesamtleistung von rd. 150 000 kW. Außerdem verfügt die Gesellschaft über ein großes Wärmekraftwerk (55 800 kW) in der Industriezone Marghera bei Venedig[7]), das aber auch in den letzten Jahren fast immer still lag.

Die Soc. per l'Utilizzazione delle Forze Idrauliche del Veneto (CELLINA) (20 Mill RM) hat drei große Zentralen an der Cellina mit zusammen 17 000 kW.

Die Gruppe Adriatica verfügt über eine selbsterzeugte Strommenge von rd. 900 Mill kWh, wozu noch rd. 200 Mill kWh kommen, die von benachbarten Gesellschaften zur Verteilung hinzugekauft werden können.

Abb. 1 zeigt das Verteilungsnetz der „Adriatica". Man sieht daraus, daß aus dem Netz der „Sip", und zwar von dem Eisack-Kraftwerk Kardaun, eine Doppel-Drehstromleitung von 130 kV nach Marghera führt zu den dortigen Werken des Montecatini-Konzerns.

Im Jahre 1932 wurden rd. 795 Mill kWh ins Netz gesandt[8]), davon wurden 676 Mill kWh in eigenen Werken erzeugt.

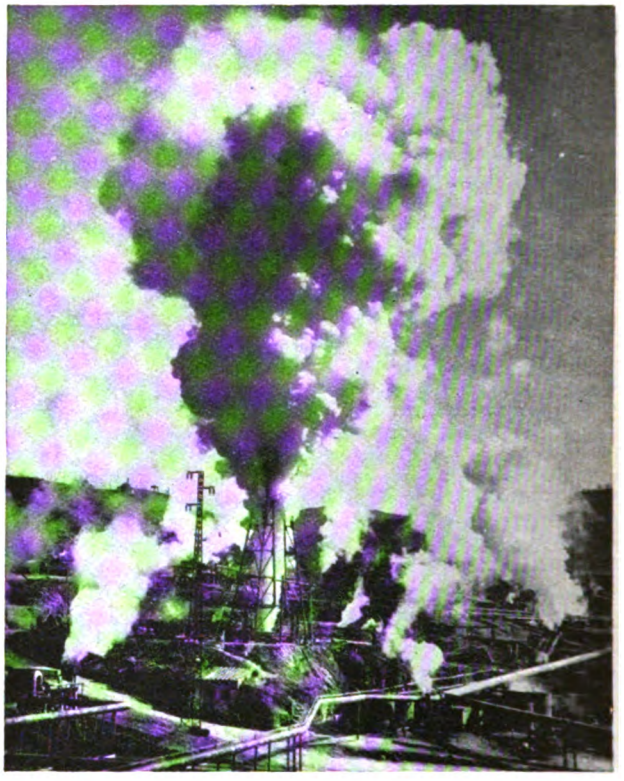


Abb. 3. Die Dampfkrater „Sofflonissimi" des Erddampfwerkes Larderello in der Toskana. Es handelt sich um stark harnsäurehaltige Dämpfe aus rd. 1000 m und mehr Tiefe des Erdinnern.

Der Konzern ist auch in dem Gebiet der städtischen Wasserversorgung tätig und betreibt in mehreren Untergesellschaften eine größere Anzahl von Wasserwerken Italiens; so gehört auch die Römer Wasserleitungs-Gesellschaft, Società dell'Acqua, Via Antica Marcia (20 Mill RM), zum Konzern.

Dem Unternehmergeist des Conte Volpi verdankt Venedig seine Industriezone Marghera.

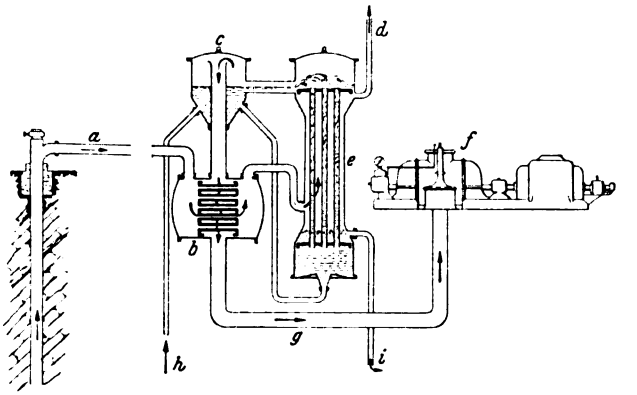
Die größte Gruppe Mittelitaliens ist „La Centrale", die aus einer Verschmelzung der ligurischen Elektrizitätsgesellschaft „Soc. Ligure Toscana di Elettricità", Livorno (Beteiligung 34 Mill RM), der „Soc. Elettrica Valdarna", Florenz (26 Mill RM) und der alten „Soc. Romana di Elettricità" (32,5 Mill RM) entstand.

Zu der Gruppe gehört ferner noch die Holding-Gesellschaft „Elettrotelefonica ELTE" (32,5 Mill RM) der Telephonkonzessionsgesellschaft für Toscanien und Latien (Rom). Abb. 2 zeigt den Aufbau der Gruppe.

[5]) ETZ 50 (1929) S. 1165.
[6]) ETZ 51 (1930) S. 611.
[7]) ETZ 53 (1932) S. 891.
[8]) 1933 rd. 850 Mill kWh. Der Konzern hat noch 250 Mill kWh in Überfluß.

Digitized by Google

Die Soc. Romana di Elettricità ist durch ihre Wasserkraftzentrale in Tivoli, die ein Gefälle des Aniene ausnutzte, und die im Jahre 1892 über eine Fernleitung Rom mit Lichtstrom versah, zu einer gewissen geschichtlichen Bedeutung geworden. Diese Gesellschaft entstand aus der „Società Anglo-Romana", die 1852 in Rom das Leuchtgas einführte und ihre Konzession 1882 auch auf die Erzeugung von Elektrizität ausdehnte.



a Erddampfleitung *d* Gasablaß *g* Reindampfleitung
b Überhitzer *e* Verdampfer *h* Speisewasser-Zuleitung
c Separator *f* Turbogenerator *i* Kondenswasser des Erddampfes

Abb. 4. Schematische Darstellung der Erddampfzentrale in Larderello.

Die Gruppe „La Centrale" verfügt über Wasserkraftwerke von 127 000 kW und Wärmekraftwerke von 83 600 kW. Im Jahre 1932 schickte die Gruppe 784 Mill kWh in das Netz. Die Anlagekosten der Werke und Verteilungsnetze belaufen sich auf ungefähr 0,22 RM für die abgegebene kWh.

In das Netz der zur Gruppe „La Centrale" gehörenden Soc. Ligure Toscana liefern auch die Erddampfwerke in Larderello (Toscanien) Strom[9]). Im Laufe der letzten Jahre sind neue Dampfkrater erbohrt, deren Dampf direkt in Turbinen verwertet wird. Man kann augenblicklich in den vorhandenen Maschinensätzen etwa 100 Mill kWh jährlich erzeugen[10]). Es ist ohne Schwierigkeiten möglich, die „soffionissimi" so auszubauen, daß 500 Mill kWh zu erreichen sind. Abb. 3 zeigt einen der neuen Dampfkrater. Im Sommer 1933 wurde ein solcher erbohrt und gefaßt, der rund 100 000 kg Hochdruckdampf je Stunde liefert, und für eine neue Zentrale von 20 000 kW dienen soll. In Abb. 4 ist die Ausnutzung des Erddampfes in einem Turbogenerator in Larderello schematisch dargestellt. Der dem Bohrloch entströmende Dampf wird von den Gasen (Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Methan, Helium und Argon) befreit und nochmals erwärmt, ehe er in die Turbine eintritt. Die Schaufeln des Laufrades bestehen aus einer besonderen Stahllegierung, die von der Borsäure nicht angegriffen wird. *(Schluß folgt.)*

[9]) ETZ 44 (1923) S. 122.
[10]) Die Erzeugung 1933 betrug 76,3 Mill kWh.

Jubiläum. — Am 15. 11. 1937 beging das Elektrizitätswerk Lübeck den Tag seines 50jährigen Betriebsjubiläums, und zwar als ältestes städtisches Elektrizitätswerk Deutschlands. Obwohl im Jahre 1886 Konzessionsanträge der damaligen deutschen Edison-Gesellschaft zur Errichtung eines Elektrizitätswerkes vorlagen, entschloß sich der Senat der Stadt Lübeck, selbst ein Elektrizitätswerk zu errichten. Das Werk wurde mit 165 Stromabnehmern am 15. 11. 1887 in Betrieb genommen. Es wurde als Gleichstromwerk im Zentrum der Altstadt als dem Mittelpunkt des damaligen Versorgungsbereiches gebaut. Durch Vereinbarungen mit den Nordwestdeutschen Kraftwerken wurde in den letzten 3 Jahrzehnten immer mehr zum Strombezug übergegangen, so daß das Elektrizitätswerk in der Hauptsache Verteilerwerk geworden ist. Die Eigenerzeugungsanlage wird aber auch heute noch zur Deckung der winterlichen Lichtbelastungsspitze eingesetzt.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Deutscher Elektroaußenhandel Januar—September 1937. — Die deutsche Elektroausfuhr betrug Januar bis September 1937 231,1 Mill RM und liegt damit 41,2 Mill RM oder 21,7% über dem Vorjahresergebnis. Mit Ausnahme der Sicherungs- und Signalapparate, Röntgenröhren und Elektrokarren, deren Ausfuhr rückläufig war, haben sämtliche in der Zahlentafel 1[1]) dargestellten Warengruppen an der Ausfuhrsteigerung teilgenommen, und zwar betrug die Zunahme über 100% in den Gruppen Bogenlampen und Scheinwerfer, Isolationsgegenstände aus Asbest, 39 bis 43% bei Kabeln, Galvanischen Elementen, Kohle und Isolierrohr der Pos. 912 F 7, 34 bis 35% bei Magnetzündapparaten und Automobilzubehör, Porzellanisolatoren und Isolierrohr der Pos. 795 und 799. In den übrigen Gruppen wurde die 22prozentige Durchschnittszunahme nur wenig überschritten und zum Teil auch nicht erreicht. So betrug die Ausfuhrsteigerung bei der Gesamtmaschinenausfuhr, isoliertem Draht für die Elektrotechnik, Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie, Koch- und Heizapparaten, Kohle für die Elektrotechnik 22 bis 28%, bei Akkumulatoren, Glühlampen und der Sammelposition der Schaltapparate und nicht besonders benannte Apparate lag sie zwischen 17 und 19%, bei Elektromedizin, Telegraphie und Telephonie mit Draht zwischen 9 und 13%. Die geringsten Zunahmen — unter 5% — hatten die Gruppen Meß- und Zählvorrichtungen und Staubsauger zu verzeichnen. Die Betrachtung der geographischen Verteilung der deutschen Elektroausfuhr (Zahlentafel 2) zeigt eine Zunahme gegenüber dem Vorjahr nach Gesamt-Europa von 18%, nach Gesamt-Übersee von 33%. Ihren Bezug an deutschen Elektroerzeugnissen eingeschränkt haben von den europäischen Ländern Italien, Frankreich, UdSSR, Portugal, Spanien, Lettland, von den überseeischen Ländern Ägypten, Japan und Peru. In Europa konnte die Ausfuhr am stärksten gesteigert werden vor allem nach wichtigen Gebieten in Ost- und Nordeuropa. So nahmen Bulgarien, Jugoslawien, Litauen 85 bis 170% mehr auf als 1936; nach Polen, Finnland und Rumänien betrug die Zunahme 46 bis 58%, nach Schweden, Dänemark und Estland 30 bis 36%. Im übrigen bewegten sich die Ausfuhrzunahmen im allgemeinen zwischen 14 und 28%, lediglich nach der Schweiz und Irland konnte nur eine 5prozentige Zunahme erzielt werden. Die Elektroeinfuhr (Zahlentafel 1 und 3) betrug in den ersten neun Monaten 1937 13,8 Mill RM, von denen fast $^2/_3$ auf Glühlampen und Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie entfallen. Hauptlieferländer waren die Niederlande, Ungarn, Belgien-Luxemburg, Österreich und die Schweiz, die zusammen 85% der gesamten deutschen Elektroeinfuhr lieferten.

[1]) Siehe nächste Seite.

Zahlentafel 3. Deutsche Elektroeinfuhr nach Ländern.

Herkunftsländer[1])	Januar—September			Anteil a. d. Gesamt-Elektroeinfuhr Januar—September		
	1935	1936	1937	1935	1936	1937
	1000 RM	1000 RM	1000 RM	%	%	%
Niederlande	5 349	2 775	5 174	33,7	21,3	37,6
Ungarn	2 259	2 793	3 060	14,3	21,4	22,2
Belgien-Luxemburg	757	1 176	1 469	4,8	9,0	10,7
Österreich	1 123	1 079	1 105	7,1	8,3	8,0
Schweiz	1 524	1 619	937	9,6	12,5	6,8
Großbritannien	496	721	442	3,1	5,6	3,2
Tschechoslowakei	470	387	432	3,0	3,0	3,1
Schweden	398	385	331	2,5	3,0	2,4
V. S. Amerika	929	245	259	5,9	1,9	1,9
Dänemark	522	427	235	3,3	3,3	1,7
Frankreich	563	447	147	3,6	3,4	1,1
Italien	289	218	123	1,8	1,7	0,9
Norwegen	199	147	50	1,2	1,1	0,4
sonstige Länder	[2]) 971	584	11	6,1	4,5	0,0
insgesamt	15 849	13 003	13 775	100	100	100

[1]) Geordnet nach der Größe der Einfuhr Januar—September 1937.
[2]) Einschließlich Saarland.

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Deutscher Elektroaußenhandel nach Warengruppen.

Pos.	Gegenstand	Ausfuhr Januar—September 1935 1000 RM	Ausfuhr Januar—September 1936 1000 RM	Ausfuhr Januar—September 1937*) 1000 RM	Anteil an der Gesamt-Elektroausfuhr Jan.—Sept. 1935 %	1936 %	1937 %	Einfuhr Januar—September 1935 1000 RM	Einfuhr Januar—September 1936 1000 RM	Einfuhr Januar—September 1937*) 1000 RM	Anteil an der Gesamt-Elektroeinfuhr Jan.—Sept. 1935 %	1936 %	1937 %
907 a	Lichtmasch., Lichtzündmasch. usw.	2 054	2 236	2 491	1,2	1,2	1,1	40	25	—	0,3	0,2	—
b—g	Elektr. Maschinen	17 642	21 210	26 412	10,6	11,2	11,4	1 425	1 053	906	9,0	8,1	6,7
h	Anker, Kollektoren[1]	1 760	2 093	2 343	1,1	1,1	1,0	112	38	5	0,7	0,3	0,0
	zusammen Maschinen	*21 456*	*25 539*	*31 246*	*12,9*	*13,5*	*13,5*	*1 577*	*1 116*	*911*	*10,0*	*8,6*	*6,7*
908 a, b	Akkumulatoren	1 979	2 273	2 650	1,2	1,2	1,1	153	26	57	0,9	0,2	0,4
909	Kabel	8 698	11 490	16 223	5,2	6,0	7,1	662	759	1 276	4,2	5,8	9,3
890 a	Isolierter Draht für die Elektrotechnik	8 363	9 957	12 387	5,0	5,2	5,3	192	352	663	1,2	2,7	4,7
871	Lack-(Email-)Draht[3] [4]	.	.	964	.	.	0,4	.	.	.	.	.	.
	zusammen Kabel u. Draht.	*17 061*	*21 447*	*29 574*	*10,2*	*11,2*	*12,8*	*854*	*1 111*	*1 939*	*5,4*	*8,5*	*14,0*
910 a—c	Bogenlampen, Scheinwerfer usw.	790	324	1 438	0,5	0,2	0,6	75	24	25	0,5	0,2	0,2
911 a, b	Glühlampen	6 707	6 403	7 600	4,0	3,4	3,3	2 837	3 209	3 321	17,9	24,7	24,1
912 A 1, 2	Telegraphie und Telephonie mit Draht	11 324	11 807	12 912	6,8	6,2	5,6	326	233	97	2,1	1,8	0,7
A 3	Drahtlose Telegraphie und Telephonie	16 510	17 714	22 771	9,9	9,3	9,8	5 190	3 368	5 474	32,7	25,9	39,7
A 4	Meß-, Zähl- u. Registriervorrichtungen	14 100	15 840	16 158	8,4	8,3	7,0	719	912	518	4,5	7,0	3,8
B, C	Koch- u. Heizapparate einschl. Bügeleisen	5 013	5 559	7 091	3,0	2,9	3,1	143	105	19	0,9	0,8	0,1
D	Röntgenröhren	2 153	2 248	2 129	1,3	1,2	0,9	168	260	—	1,1	2,0	—
E	Magnetzündapparate usw., Zubehör für Motorfahrzeuge	7 118	8 281	11 079	4,3	4,4	4,8	322	158	80	2,0	1,2	0,6
F 1	Sicherungs- u. Signalapparate, Läutewerke	2 776	4 340	2 826	1,7	2,3	1,2	63	36	2	0,4	0,3	0,0
F 2	Schaltapparate, nicht bes. benannte Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung usw.	38 184	43 004	50 805	22,9	22,7	22,0	2 323	1 533	767	14,7	11,8	5,6
F 3	Elektromedizin	8 115	9 159	10 320	4,8	4,8	4,5	390	404	62	2,5	3,1	0,5
F 4	Galvanische Elemente	1 278	1 685	2 371	0,8	0,9	1,0	8	11	2	0,0	0,1	0,0
F 5	Isolationsgegenstände aus Porzellan[3]	.	.	.	.	.	.	4	—	—	0,0	—	—
F 6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Glimmer usw.	181	198	399	0,1	0,1	0,2	1	—	—	0,0	—	—
F 7	Isolierröhren f. el. Leitungen aus Papier oder Pappe, auch in Verb. mit unedlem Metall (Bergmannrohr)[3]	953	902	1 287	0,6	0,5	0,6	.	.	.	.	.	.
648 a—e	Kohle für die Elektrotechnik	6 476	7 588	9 333	3,9	4,0	4,0	237	199	294	1,5	1,5	2,1
733 a	Porzellanisolatoren	1 316	1 291	1 744	0,8	0,7	0,8	—	—	—	—	—	—
906 D 15	Staubsauger	1 758	2 433	2 490	1,0	1,3	1,1	433	280	175	2,7	2,2	1,3
915 b 5	Elektrokarren[3]	88	278	190	0,0	0,1	0,1	.	.	.	.	.	.
795 a, b	Anderes Isolierrohr (Stahl-, Peschel-,												
799 f	Schlitzrohr[3]	1 581	1 523	2 041	0,9	0,8	0,9	.	.	.	.	.	.
783 c, 799 c	Teile von Masch. u. Erzeugn. d. Nr. 907a bis 911b aus schmiedbarem u. nicht schmiedbarem Guß[3]	.	.	.	.	.	.	26	18	32	0,2	0,1	0,2
	Unvollständig angemeldet	20	19	—	0,0	0,0	—	—	—	—	—	—	—
	Verschiedene Elektro-Erzeugnisse (Werkzeuge, Kühlschränke u. a.)[3] [4]	.	.	2 628	.	.	1,1	.	.	.	.	.	.
	insgesamt	166 937	189 855	231 082	100	100	100	15 849	13 003	13 775	100	100	100

*) 1937 ohne Rückwaren. — [1]) Ausfuhr: auch andere Teile von elektr. Maschinen. — [2]) Nur für die Einfuhr. — [3]) Nur für die Ausfuhr. — [4]) Erst seit 1937 getrennt ausgewiesen.

Zahlentafel 2. Deutsche Elektroausfuhr Januar—September nach Ländern.

Absatzgebiete	Januar—September 1935 1000 RM	Januar—September 1936 1000 RM	Januar—September 1937 1000 RM	Anteil a. d. Gesamt-Elektroausfuhr Januar—September 1935 %	1936 %	1937 %
Europa	130 694	143 778	169 952	78,3	75,7	73,5
Afrika	4 685	5 810	7 463	2,8	3,1	3,2
Asien	13 680	17 261	22 373	8,2	9,1	9,7
Amerika	16 839	21 462	28 734	10,1	11,3	12,5
Australien	1 019	1 524	2 541	0,6	0,8	1,1
nicht ermittelt	17	20	19	0,0	0,0	0,0
insgesamt	166 934	189 855	231 082	100	100	100
Nach wichtigen Gebieten in Europa[1]						
Schweden	13 771	16 023	21 697	8,2	8,4	9,4
Niederlande	20 057	17 595	20 488	12,0	9,3	8,9
Großbritannien	8 432	9 261	11 505	5,1	4,9	5,0
Belgien-Luxemburg	7 913	7 702	9 824	4,8	4,1	4,2
Italien[2]	11 721	10 316	9 670	7,0	5,4	4,2
Frankreich	9 851	9 519	9 157	5,9	5,0	4,0
Finnland	3 564	5 291	8 357	2,1	2,8	3,6
Norwegen	5 542	6 295	7 921	3,3	3,3	3,4
Rumänien	2 563	4 841	7 407	1,5	2,5	3,2
Schweiz	7 128	6 361	6 688	4,3	3,3	2,9
Jugoslawien	1 582	2 850	6 469	0,9	1,5	2,8
Dänemark	4 307	4 882	6 356	2,6	2,6	2,7
Tschechoslowakei	4 069	5 387	6 165	2,4	2,8	2,7
Österreich	4 425	5 033	6 126	2,7	2,6	2,6
Polen-Danzig	3 143	3 541	5 155	1,9	1,9	2,2
Griechenland	2 741	3 759	4 688	1,7	2,0	2,0
Bulgarien	2 531	2 305	4 272	1,5	1,2	1,8
UdSSR.	1 455	6 195	3 829	0,9	3,3	1,7
Ungarn	1 318	2 569	3 025	0,8	1,4	1,3
Türkei	2 518	2 444	2 890	1,5	1,3	1,3
Portugal	1 910	1 855	1 849	1,1	1,0	0,8
Irischer Freistaat	1 733	1 663	1 767	1,0	0,9	0,8
Estland	605	978	1 293	0,4	0,5	0,6
Spanien[2]	5 378	5 317	1 052	3,2	2,8	0,5
Lettland	1 012	1 102	902	0,6	0,6	0,4
Litauen	358	284	768	0,2	0,1	0,3
Island	248	261	497	0,2	0,1	0,2
sonstige	[4]) 819	149	135	0,5	0,1	0,0
zusammen Europa	130 694	143 778	169 952	78,3	75,7	73,5

Absatzgebiete	Januar—September 1935 1000 RM	Januar—September 1936 1000 RM	Januar—September 1937 1000 RM	Anteil a. d. Gesamt-Elektroausfuhr Januar—September 1935 %	1936 %	1937 %
Nach wichtigen Gebieten in Übersee[3]						
Union von Südafrika	2 087	2 927	4 364	1,3	1,5	1,9
Ägypten	1 611	1 630	1 462	0,9	0,9	0,6
Franz.-Marokko	286	363	391	0,2	0,2	0,2
Belg.-Kongo	30	46	167	0,0	0,0	0,1
Sonstiges Afrika	671	844	1 079	0,4	0,4	0,5
Brit.-Indien	3 610	4 870	6 180	2,2	2,6	2,7
China einschl. Mandschukuo, Hongkong	3 793	4 036	6 355	2,3	2,1	2,7
Ndl.-Indien	1 653	2 389	3 279	1,0	1,3	1,4
Iran	665	1 830	2 010	0,4	0,9	0,9
Japan	2 413	2 201	1 959	1,4	1,2	0,9
Palästina	774	697	842	0,5	0,4	0,4
Brit.-Malaya	85	183	478	0,0	0,1	0,2
Siam	110	180	337	0,1	0,1	0,1
Syrien-Libanon	202	203	251	0,1	0,1	0,1
Übriges Asien	375	672	682	0,2	0,4	0,3
V. S. Amerika	1 280	1 733	2 030	0,8	0,9	0,9
Mexiko	1 340	1 489	1 928	0,8	0,8	0,8
Canada	185	116	271	0,1	0,1	0,1
Guatemala	126	141	163	0,1	0,1	0,1
Salvador	61	73	162	0,0	0,0	0,1
Cuba	92	108	155	0,1	0,1	0,1
Costarica	93	113	150	0,1	0,1	0,1
Argentinien	5 874	6 914	9 136	3,5	3,6	3,9
Brasilien	3 891	4 445	6 221	2,3	2,3	2,7
Chile	1 441	2 091	3 082	0,9	1,1	1,3
Uruguay	1 004	1 255	1 892	0,6	0,7	0,8
Peru	460	1 300	1 264	0,3	0,7	0,5
Columbien	499	787	917	0,3	0,4	0,4
Venezuela	206	344	692	0,1	0,2	0,3
Sonstiges Amerika	288	553	671	0,1	0,3	0,3
Australischer Bund	938	1 424	2 344	0,6	0,7	1,0
Neuseeland	72	98	191	0,0	0,0	0,1
sonstige	25	22	25	0,0	0,0	0,0
zusammen Übersee	36 240	46 077	61 130	21,7	24,3	26,5

[1]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1937. — [2]) Bis 1936 mit Außenbesitzungen. — [3]) Innerhalb der Erdteile nach der Größe der Ausfuhr 1937 geordnet. — [4]) Einschl. Saarland.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung

Ausschuß für Errichtungsvorschriften I.

Zur Verwendung elektrischer Geräte bei Arbeiten an und in betriebsmäßig eingebauten Kesseln, Behältern und Rohrleitungen hat der Ausschuß für Errichtungsvorschriften I unter Beteiligung maßgebender Stellen erneut die Frage der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen geprüft und die nachstehend abgedruckten Bestimmungen aufgestellt. Von diesen Bestimmungen sind Schweißgeräte für Arbeiten an Kesseln usw. ausgenommen, da technische Gründe ihrer Miterfassung entgegenstehen. Andererseits ist bei Schweißarbeiten an Dampfkesseln und ähnlichen überwachungspflichtigen Anlagen die Sicherheit durch besondere Vorsichts- und Aufsichtsmaßnahmen zu gewährleisten. Nach den Bekanntmachungen zu den Vorschriften über das Dampfkesselwesen vom 29. September 1936 und 15. September 1937 (Ministerialblatt für Wirtschaft 36, S. 216, 37, S. 217) müssen Werke, die Kesselschweißungen ausführen wollen, der zuständigen Stelle ausreichende Sachkenntnis nachweisen und über gut geschultes und geprüftes Personal für die Ausführung und Überwachung der Schweißarbeiten verfügen.

Die den § 15 von

VDE 0100/1936 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1."

betreffenden Änderungen sollen baldmöglichst in Kraft gesetzt werden; sie werden hiermit zur Kenntnis veröffentlicht.

Einsprüche gegen die beabsichtigten Änderungen sind bis zum 31. Januar 1938 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Entwurf.

Änderungen

an

VDE 0100/1936

Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.

§ 15.

Die Vorschrift f) wird durch eine neue Vorschrift f_1) folgenden Wortlautes erweitert:

„f_1) Elektrowerkzeuge für Wechselspannungen, z. B. Kesselklopfapparate, Rohrwalzmaschinen, Bohrmaschinen u. dgl., mit Ausnahme von Schweißeinrichtungen, dürfen für Instandsetzungs-, Reinigungs- und sonstige Arbeiten an und in betriebsmäßig eingebauten Kesseln, Behältern und Rohrleitungen aus gut leitenden Baustoffen nur verwendet werden, wenn sie

1. für Kleinspannungen bis 42 V gebaut sind oder
2. bei höheren Spannungen als 42 V — jedoch nicht über 250 V gegen Erde — über einen dem einzelnen Gerät zugeordneten Transformator mit getrennten Wicklungen an das Netz angeschlossen werden.

Der Transformator ist mit einer Schutzmaßnahme nach § 3 zu versehen. Mit Rücksicht auf die durch den Transformator nach Ziffer 2 durchgeführte Isolierung ist Erdung, Nullung oder Schutzschaltung als zusätzliche Schutzmaßnahme für das Elektrowerkzeug unzulässig.

Der Transformator muß entsprechend VDE 0550/1936, Abschnitt III, IV B und IV C gebaut sein und außerhalb der bezeichneten Anlagen aufgestellt werden.

Elektrowerkzeuge, deren Motor vom Werkzeug durch eine biegsame Welle oder ein ähnliches Kraftübertragungsmittel getrennt ist, brauchen den Forderungen unter Ziffern 1 und 2 nicht zu entsprechen, wenn der Motor außerhalb der bezeichneten Anlage aufgestellt, mit Schutzmaßnahmen nach § 3 versehen wird und die biegsame Welle oder dgl. vom Motor elektrisch isoliert ist. Die isolierende Kupplung muß in eingebautem Zustand den Bedingungen nach VDE 0730/1935, § 35a) entsprechen. Solche Elektrowerkzeuge müssen vom Bedienenden aus mittelbar oder unmittelbar allpolig abgeschaltet werden können. Die Spannungsquelle einer elektrischen Fernsteuerung muß nach Ziffer 1 oder 2 vom Netz getrennt sein. Bedienungsorgane einer mechanischen Steuerung sind gegen Metallteile des Schalters zu isolieren.

Als bewegliche Zuleitungen sind ausschließlich Gummischlauchleitungen starker Ausführung (NSH) oder mindestens gleichwertige zulässig. Kupplungs- und Schaltvorrichtungen dürfen in die bewegliche Zuleitung nicht eingebaut werden."

Geschichte der Elektrotechnik.

Der VDE beabsichtigt, eine Entwicklungsgeschichte der Elektrotechnik zu schaffen. Für die Durchführung dieser umfangreichen Arbeit hat sich Herr Prof. Dr.-Ing. E. h. G. Dettmar VDE, Bückeburg, Hermannstr. 2, dankenswerterweise zur Verfügung gestellt.

Hierdurch richten wir an alle Fachgenossen sowie an alle Firmen der deutschen Elektroindustrie, die Elektrizitätswerke, Behörden, Institute und alle der deutschen Elektrotechnik nahestehenden Volksgenossen die Bitte, bei der Beschaffung geschichtlicher Unterlagen, insbesondere aus der Anfangszeit der Elektrotechnik mitzuwirken. Hierbei sind von besonderer Wichtigkeit persönliche Aufzeichnungen, Fest- und Jubiläumsschriften, Urkunden, Preislisten, Monographien u. dgl. sowie alte Bücher, die heute nur schwer oder gar nicht zu bekommen sind. Es würde zunächst ausreichen, wenn dem VDE über das Vorhandensein derartiger Unterlagen Mitteilung gemacht wird, ohne daß die meist wertvollen Originalunterlagen sofort eingesandt werden. Hiernach kann dann entschieden werden, ob ähnliche Unterlagen bereits in ausreichendem Umfang vorliegen oder ob hierdurch eine Lücke geschlossen werden kann.

Es ist beabsichtigt, außer einem mehrbändigen geschichtlichen Werk aus dem Gebiet der Elektrotechnik noch mehrere kleinere Veröffentlichungen zu bringen, die insbesondere auch für die Jugend bestimmt sind und damit einer Förderung des technischen Nachwuchses dienen sollen. Es liegt somit im Interesse aller Fachgenossen, diese Arbeiten weitestgehend zu unterstützen.

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus.
Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Leitungstelegraphie und -telephonie"

Leiter: Professor K. Küpfmüller VDE

Vortrag

des Herrn Dipl.-Ing. H. Panzerbieter, Berlin, am Donnerstag, dem 9. Dezember 1937, um 20^{00} in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:

„Stand der Entwicklung von Mikrophon und Telephon für den Fernsprechteilnehmerapparat"

Eintritt und Kleiderablage frei.

Digitized by Google

Fachversammlung
des Fachgebietes „Elektrische Antriebe, Industrieanlagen"
Leiter: Professor Dr.-Ing. F. Oertel VDE
Vortrag
des Herrn Oberingenieur R. Scharrl VDE, Berlin, am Dienstag, dem 14. Dezember 1937, um 20^{00} in der Technischen Hochschule, Charlottenburg, Hörsaal EB 301, über das Thema:
„Schnellantriebe für Hobelmaschinen bei hohen Tischgeschwindigkeiten"
Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung
des Fachgebietes „Elektrophysik"
Leiter: Dr. phil. habil. G. Mierdel VDE
Vortrag
des Herrn Professor Dr.-Ing. H. Schardin, Berlin, am Donnerstag, dem 16. Dezember 1937, um 20^{00} in der Aula der Technischen Hochschule, Charlottenburg, über das Thema:
„Funken-Kinematographie"
Eintritt und Kleiderablage frei.

Fachversammlung in Landsberg a. d. W.
am Freitag, dem 17. Dezember 1937, 20^{00}, im Gemeinschaftsraum des MEW., Landsberg, Küstriner Str. 104.
Vortrag des Herrn Max Walther VDE, Landsberg, über das Thema:
„Ein Besuch der Weltausstellung in Paris"
Eintritt frei!

Besichtigung
Am Freitag, dem 21. Januar 1938, findet eine Besichtigung der Henschel-Flugzeugwerke AG., Schönefeld, statt.
Näheres ist aus den Mitteilungen (Nr. 11) des VDE Bezirk Berlin-Brandenburg vom 1. Dezember 1937 zu ersehen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.
Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Elektrophysik. Leiter: Dr.-Ing. F. Hauffe VDE.
9. 12. 1937 „Heizleiterwiderstände", Vortragender: Dipl.-Ing. E. Weise.

Industrieanlagen. Leiter: Dr.-Ing. R. v. Meibom VDE.
10. 12. 1937 „Fernsteuerung in Industrieanlagen", Vortragende: Dipl.-Ing. H. Nußlin, Dipl.-Ing. H. Mikeska.

Kabeltechnik. Leiter: Dipl.-Ing. F. Kaiser VDE.
13. 12. 1937 „Die Umschaltung von Kabelnetzen von 3×220 V auf 380/220 V", Vortragender: Dipl.-Ing. G. Bach VDE. Beginn: 18^{30}.

Elektrische Bahnen. Leiter: Reg.-Baumstr. a. D. Dr.-Ing. H. Kother VDE.
14. 12. 1937 „Grundsätzliche Fragen der Stromversorgung elektrischer Bahnen", Vortragender: Dr.-Ing. H. Kother VDE.

Stromrichter. Leiter: Dr.-Ing. W. Böhlau VDE.
15. 12. 1937 „Über die Physik von Stromrichtern mit flüssiger Kathode". 2. Abend. Vortragender: Dipl.-Ing. Dobke.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.
16. 12. 1937 „Fragen des Lautsprecherbaues", Vortragender: Ingenieur H. Ebbighausen.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.
17. 12. 1937 „Starkstromkabel im Betrieb", Vortragender: Ingenieur H. Strobach.

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Bezirk Nordhessen.

Über „Erfahrungen mit der vorbeugenden Prüfung von Hochspannungsnetzen durch Verlagern des Erdpunktes" sprach Herr Alex. von Schaubert VDE am 22. 10. 1937. Im Gegensatz zur Betriebsweise von Hochspannungsnetzen in den angelsächsischen Ländern werden in Deutschland und in den Nachbarländern die Netze ohne kurze Erdung des Sternpunktes (*M*) betrieben. In diesen Ländern braucht daher der einfache Erdschluß keine Störung zu sein. Es besteht weiterhin die Möglichkeit, Fehler und schwache Stellen in der Isolation, welche zwar noch eine Spannung, etwa gleich der normalen, gegen Erde auftretenden, aber keine wesentlich höhere aushalten, sich ansammeln zu lassen und zu betrieblich günstiger Zeit und unter geringer Gefahr des mehrfachen Erdschlusses oder Kurzschlusses durch das Mittel der Erdpunktverlagerung aufzufinden und rechtzeitig zu beseitigen. Die Einrichtungen, durch welche bisher Verlagerungen des Erdpunktes (0) gegenüber dem Spannungsdreieck in Drehstromnetzen herbeigeführt werden können, wurden schon grundsätzlich beschrieben[1]). Auch in Aussprachen zu diesjährigen VDE-Fachberichten in Königsberg sind Mitteilungen über die erfolgreiche Anwendung von Erdpunktverlagerungen zum Zwecke von Netzprüfungen gemacht worden[2]). In mehreren und verschieden gearteten Hochspannungsnetzen konnten insbesondere in den letzten beiden Jahren Erfahrungen gesammelt werden. Es wurden dabei Schaltungen angewendet, die teils zusätzlich beschaffte, teils vorhandene Mittel und Einrichtungen voraussetzten. Der zu wählende Grad der Prüfung kann dem Netz angepaßt sein, wobei grundsätzlich zu unterscheiden ist zwischen Kabel- und Freileitungsnetzen und solchen gemischten Netzen, welche beide Arten von Übertragungsleitungen gleichzeitig enthalten.

An einem künstlich hergestellten Netz für etwa 100 V Drehstrom wurden zunächst Fehler, wie Unterbrechung eines einzelnen Leiters und Erdschlüsse, vorgeführt, welche Erdpunktverlagerungen und damit erhöhte Beanspruchungen der übrigen Isolation zur Folge haben. An dieser Netznachbildung konnten außerdem die geeignetsten Prüfungsarten einer leicht zu erzielenden künstlichen Erdpunktverlagerung gezeigt werden. Der Ausschlag von Instrumenten, insbesondere eines Erdspannungs-Asymmeters, trat hierbei sichtbar an der Leimwand in Erscheinung. Die gleichzeitig gezeigten und erklärten Lichtbilder mit teilweise neuen Schaltungen und mit oszillographischen Aufnahmen aus der Praxis wirkten daher, durch Experimente bestätigt und erklärt, einprägsam und anschaulich.

Ein Netz, das durch Erdpunktlagerung wie im einfachen Erdschluß, d. h. mit 100% der verketteten Spannung stundenlang geprüft ist, besitzt erst eine einfache tatsächliche Sicherheit. Bisher hat sich noch kein Netz ohne weiteres in dieser Weise als erdschlußfest erwiesen. Wenn auch nur einigermaßen beachtliche tatsächliche Sicherheitsgrade in elektrischen Netzen erreicht werden sollen, so verdient die Erdpunktverlagerung auch außerhalb des Spannungsdreiecks Beachtung, durch welche in einem Ds-Netz entweder nur die Isolation eines Leiters oder von zwei Leitern gleichzeitig und mit höherer Spannung als der verketteten geprüft werden kann. Anderseits kann auch die Stoßprüfung eines mit den Mitteln der Reststrombeseitigung spannungslos gemachten Leiters erfolgen, welcher daher im Falle des Durch- oder Überschlages der Isolation durch den nachfolgenden Fehlerstrom nicht mehr gefährdet ist. Die Stoßprüfung sollte nur dort angewendet werden, wo sie zweckmäßig erscheint.

Die Erdpunktverlagerung ist auch in Netzen, welche mit Erdschlußspulen versehen sind, ein Mittel, um die Abstimmung der Spulen auf die Netzkapazität und die vorausgesetzten Netzzusammenhänge nachzuprüfen. Einrichtungen, welche durch Verlagerung des Erdpunktes die Isolation von zwei Leitern gleichzeitig zu prüfen gestatten, bieten auch die Möglichkeit, im Falle eines langdauernden Erdschlusses den ohmschen Reststrom der Grundwelle zu beseitigen und damit den Leiter spannungslos gegen Erde (0) zu machen. Durch das Absaugen des Reststromes nach der Einrichtung zur Erdpunktverlagerung hin können auch Erdschlußrelais, sowohl die zur Anzeige der fehlerbehafteten Phase als auch die des Abzweiges auf die Richtigkeit ihrer Anzeige, im normalen Betrieb geprüft werden.

Die Überprüfung der Hochspannungsnetze in der angedeuteten Weise erscheint um so bedeutsamer im Hinblick darauf, daß die angestrebte Verbundwirtschaft eine Häufung der Störungen für das einzelne Netz und eine höhere Beanspruchung der Schalter und Teile der Netze mit sich bringt. Durch Erhöhung des tatsächlichen Sicherheitsgrades kann der Störungsmöglichkeit wirksam begegnet werden.

[1]) VDE-Fachber. 8 (1936) S. 26.
[2]) VDE-Fachber. 9 (1937) S. 25.

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Danzig. 13. 12. (Mo), 20^{00}, T. H., El. Inst.: „Gittersteuerung von Gasentladungsgefäßen" (m. prakt. Vorführ. u. Lichtb.). Prof. Dr.-Ing. H. Schwenkhagen VDE.

VDE, Bezirk Köln. 10. 12. (Fr), 20^{00}, Lese-Gesellschaft, Langgasse 8: „Die Grundlagen des elektrischen Antriebes von Werkzeugmaschinen und seine Steuerungsmöglichkeiten durch Verwendung der lichtelektrischen Zelle". Obering. Haller.

VDE, Bezirk Mittelbaden, Karlsruhe. 16. 12. (Do), 20^{00}, El. Inst.: „Über neuere Meßgeräte und Meßverfahren". Dipl.-Ing. W. Zschaage.

VDE, Bezirk Südbaden, Freiburg i. B. 14. 12. (Di), 20^{15}, Freiburger Hof: Filmvorführung „Die Rheinkraftwerke".

Digitized by Google

VDE, Bezirk Südbayern, München. 15. 12. (Mi), 20⁰⁰, T. H.: „Elektrische Flüssigkeitserhitzung in Industrie, Haushalt und Gewerbe" (m. Lichtb. u. Film). Dr. Theodor Stiebel.

VDE, Bezirk Südsachsen, Stützpunkt Plauen (gemeinsam mit Kreisleitung Plauen/Amt für Technik). 13. 12. (Mo), 20⁰⁰, Ratskeller: „Der soldatische Ingenieur — ein neuer Technikertyp". Reg.-Baum. u. Dir. a. D. G. Wesemann.

VDE, Bezirk Württemberg. 9. 12. (Do), 20⁰⁰, El. Inst.: „Fortschritte in der Beleuchtungstechnik mit besonderer Berücksichtigung der Metalldampflampen" (m. Lichtb.). Dipl.-Ing. Lang VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

S. Dachler. — Am 1. 11. 1937 konnte Herr Gen.-Dir. S. Dachler sein 40jähriges Dienstjubiläum als Leiter des Hermannstädter Elektrizitätswerkes begehen. Aus diesem Anlaß feierte der Zentralausschuß des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien (APDE) seinen Vizepräsidenten als den Gründer der ersten Vereinigung der Elektrizitätswerke Rumäniens[1]) — seit 1931 mit der APDE verschmolzen[2]) — ferner als den Organisator der ersten Statistik der rumänischen E.-Werke (1920) und als den Schöpfer der Siebenbürgischen Elektrizitäts-AG. „Seta".

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 314. 222+. 224. 08

Strom- und Spannungswandler. Von Dr.-Ing. M. Walter. Mit 163 Abb. u. 159 S. im Format 165×240 mm. Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin 1937. Preis geb. 8,80 RM.

Das vorliegende Buch bringt eine leicht faßliche Darstellung des gesamten Meßwandler-Gebietes. In glücklicher Weise hat es der Verfasser verstanden, die Behandlung der Theorie klar und doch knapp zu fassen, da diese dem nur kleinen Kreis von Wandler-Spezialisten ohnehin geläufig ist. Dafür sind die Bauformen der Meßwandler, ihre Auswahl nach betriebstechnischen Gesichtspunkten und ihre Prüfung am Betriebsort in breiter Ausführlichkeit behandelt, um den in der Praxis stehenden Ingenieur vielfältig zu beraten. Aus dem gleichen Grunde sind Meßwandler für Prüffelder und Laboratorien unberücksichtigt geblieben. Die mitgeteilten Ausführungsbeispiele sind ausnahmslos der deutschen Technik entnommen, wobei sich der Verfasser einer vorbildlich unparteiischen Haltung befleißigt. Eine sorgfältige Erläuterung aller vorkommenden Begriffe unterstützt die Klarheit des Ausdruckes.

Dem Titel entsprechend ist das Buch in zwei Hauptabschnitte eingeteilt: Stromwandler und Spannungswandler. In jedem Abschnitt werden Wirkungsweise, Ausführungsformen, meßtechnische Eigenschaften, Schaltweisen und Schutzmaßnahmen behandelt. Eine abschließende Zusammenfassung enthält jeweils die bei der Auswahl von Meßwandlern zu beachtenden Gesichtspunkte. Im Abschnitt Stromwandler sind überdies der dynamischen und der thermischen Kurzschlußfestigkeit zwei Kapitel vorbehalten. Die sehr interessanten und wegen ihrer materialsparenden Bedeutung überaus wichtigen Kunstschaltungen in Stromwandlern werden (unter Hinweis auf das einschlägige Schrifttum) an einem Ausführungsbeispiel beschrieben.

Ein dritter Hauptabschnitt behandelt die Prüfungen am Betriebsort einschließlich der hierzu geeigneten Einrichtungen, sowie die Begriffe Stückprüfung, Systemprüfung, Beglaubigung. Ein Schlußkapitel ist den neuerdings auf den Markt gekommenen Gleichstromwandlern gewidmet.

Für eine Neuauflage möchte der Berichterstatter empfehlen, die so ungemein anschaulichen Diagramme von Möllinger und Gewecke nicht nur zu zitieren, sondern auch im Text zu behandeln, da sie ein besonders brauchbares Hilfsmittel sowohl für den Entwurf der Meßwandler als auch für die Voraussage des Einflusses von Bürdenänderungen sind.

Die Ausstattung des Buches und die Wiedergabe der Abbildungen sind vorzüglich. Das Werk kann jedem Ingenieur, insbesondere jedem Betriebsmann als ein überaus brauchbarer Wegweiser in Wandlerfragen empfohlen werden. Der niedrige Preis wird die Verbreitung erleichtern. W. Reiche VDE.

[1]) ETZ 52 (1931) S. 1254.
[2]) ETZ 53 (1932) S. 1202.

621. 317

Elektrische Meßgeräte und Meßeinrichtungen. Von Obering. A. Palm. Mit 205 Abb., 6 Tafeln, IX und 231 S. im Format 160×235 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 15 RM, geb. 16,50 RM.

Das Buch entstammt offenbar der Feder eines Praktikers, dem die Erfahrungen hauptsächlich einer bekannten Meßgeräte-Firma zur Verfügung standen, der aber trotzdem sichtlich und mit Erfolg Objektivität anstrebte.

Es soll nach Absicht des Verfassers in Form eines Lehrbuches dem Techniker und Ingenieur, auch dem Nicht-Elektroingenieur, vor allem das Wesen und die Anwendungsmöglichkeiten der elektrischen Meßgeräte und Meßeinrichtungen zeigen. Der erste mit „Meßgeräte" überschriebene Teil behandelt die anzeigenden Meßgeräte geordnet nach dem Meßverfahren — Drehspul — Kreuzspul — Drehmagnet — Dreheisen — dynamische — Induktions — Hitzdraht — elektrostatische — Schwingungs — (Zungenfrequenzmesser, Vibrations-Galvanometer, Oszillographen) Instrumente — und ergänzt dies durch Abschnitte über Kontakt- und Regelgeräte, schreibende Meßgeräte, Zubehör und Meßwandler und schließlich noch durch einen Abschnitt, der einige allgemeine Angaben über elektrische Meßgeräte enthält.

Der zweite Teil trägt die Überschrift „Meßeinrichtungen" und befaßt sich mit Meßwiderständen, Induktivitäten und Kapazitäten, Meßbrücken, Kompensatoren, Hochspannungsmeßeinrichtungen, magnetischen, Temperaturmeßeinrichtungen, Fernmessung und schließlich unter dem Titel „Verschiedenes" noch mit elektrischen Meßeinrichtungen für Druck, Beleuchtung und Flüssigkeitsstand.

Mit der Auswahl des Stoffes innerhalb des ersten Teiles kann man im Hinblick auf den angestrebten Buchzweck durchaus einverstanden sein: Der Verfasser hat zweifellos das Wichtigste herausgegriffen. Außerdem besticht hier die Fülle wertvoller praktischer Angaben, die den Verfasser als Meßinstrumentenfachmann erkennen lassen. Im zweiten Teil fällt auf, daß elektrische Meßeinrichtungen nichtelektrischer Größen, wenn auch kurz, behandelt sind, während wichtige elektrische Meßeinrichtungen elektrischer Größen, besonders diejenigen der Ton- und Hochfrequenztechnik, fehlen. Dies verträgt sich nicht recht mit dem angegebenen Zweck.

Größere Bedenken erheben sich gegen die Gliederung und Einzelbehandlung des Stoffes, vornehmlich des ersten Teils, Bedenken also vor allem didaktischer Art, die bei einem Lehrbuch nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Ein Teil der allgemeinen Eigenschaften der Anzeigeinstrumente ist in dem erwähnten besonderen Unterabschnitt behandelt, ein großer Teil aber auch in Abschnitt „Drehspul-Instrumente". Allgemeine Gesichtspunkte, wie z. B. Verwendbarkeit des Meßprinzips zur Quotientenmessung, Produktmessung, Effektivwert- und linearer Mittelwertmessung, zur Konstruktion empfindlicher Bauformen (Lagerung und Zeiger), Möglichkeit zur Verwendung mit dauernd geeichter Skala, vorübergehend geeichter Skala, oder als Nullinstrument sind bei den einzelnen Geräten durchaus verschieden behandelt, so daß der nichtfachmännische Leser diese allgemeinen Gesichtspunkte nicht als solche erkennen kann. Ferner sind die theoretischen Darlegungen nicht überall klar und zweckentsprechend.

Trotzdem handelt es sich aber doch um ein durchaus zeitgemäßes und wertvolles Buch, welches sehr wohl geeignet ist, Elektroingenieuren und Ingenieuren anderer Fachrichtungen einen Überblick über den Stand der Technik eines Teiles der elektrischen Meßtechnik zu geben. H. Piloty.

621. 317. 313

Hochfrequenzmeßtechnik. Eine Einführung für Studierende und Hochfrequenzingenieure. Von Prof. Dr. H. Wigge. Mit 166 Abb. u. 95 S. im Format B 5. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1937. Preis geh. 3,60 RM.

Das Buch füllt eine für den Studierenden der Hochfrequenztechnik in den letzten Jahren immer fühlbarer gewordene

Digitized by Google

Lücke aus. Die bekannten Werke von Rein-Wirtz, Hund u.a. sind seit ihrer Herausgabe vor 10 und mehr Jahren nicht mehr neubearbeitet worden, so daß die Ergebnisse der außerordentlichen Entwicklung der Hochfrequenzmeßtechnik im letzten Jahrzehnt dem Studierenden nur über das weit verstreute Schrifttum zugänglich waren. Das neue Buch gibt auf angenehm beschränktem Raum eine ziemlich umfassende Darstellung der neuen Meßverfahren und Meßgeräte, deren wesentliche meßtechnische und bauliche Merkmale kurz und doch klar beschrieben werden. Es ist zu begrüßen, daß der Verfasser als Vertreter der verschiedenen Gerätegattungen zum großen Teil solche Geräte gewählt hat, die fabrikationsmäßig hergestellt werden. So entsprechen die beschriebenen Eichleitungen, Röhrenvoltmeter, Meßsender, Brücken usw. zum Teil den neuesten Erzeugnissen der Meßgeräteindustrie. Als weiteres Beispiel für die Gegenwartsnähe des Buches sei nur noch die Darstellung der Verfahren der Tonfrequenzspektroskopie genannt. Das Buch vermittelt eine gute und im allgemeinen auch für den Hochfrequenzingenieur ausreichende Übersicht. Für Einzelstudien ist ein kurzes Schrifttumsverzeichnis mit den wichtigsten Arbeiten angefügt. J. Großkopf VDE.

621. 319. 45

Electrolytic condensers, their properties, design and practical uses. Von Ph. R. Coursey. Mit 112 Abb., VIII u. 172 S. im Format 145×220 mm. Verlag von Chapman & Hall Ltd., London 1937. Preis geb. 10 s. 6 d.

Angeregt durch die Anforderungen des Rundfunkempfängerbaus hat der elektrolytische Kondensator in den letzten Jahren eine recht stürmische Entwicklung durchgemacht, die auch heute noch nicht zum Abschluß gekommen ist. Durch die andersartige Technik dieser Kondensatoren und durch den sehr großen Typenreichtum ist es selbst dem mit diesem Gebiet gut vertrauten Rundfunktechniker schwer geworden, sich ein sicheres Urteil zu bilden. Das vorliegende Werk ist dazu bestimmt, einen Überblick über den gesamten Stand dieser Technik zu geben und die Grundlagen für die Beurteilung der einzelnen Bauformen zu vermitteln. Der Verfasser beschreibt dementsprechend sehr ausführlich die Konstruktion der verschiedenen Typen und untersucht die Bedeutung der aufbautechnischen Maßnahmen für die Wirkungsweise und die Betriebsicherheit. Auch werden in breiter Form die elektrischen Eigenschaften behandelt und das Verhalten von Kapazität und Verlustfaktor in Abhängigkeit der einzelnen Einflußgrößen in vielen Kurven veranschaulicht. Allerdings sind die Betrachtungen dabei auf den verhältnismäßig engen Temperaturbereich zwischen + 10 und + 60° und auf das ebenfalls recht schmale Frequenzband von 50 bis 5000 Hz beschränkt. Da leider Meßpunkte in den Diagrammen nicht mit vermerkt sind, ist eine kritische Stellungnahme zu manchen daraus gezogenen Schlüssen nicht möglich. Die vergleichende Beschreibung der Typen mit flüssigem, halbtrockenen und trockenen Elektrolyt sowie die Diskussion ihres unterschiedlichen Verhaltens liefert einen Beitrag zu der immer wieder aufgeworfenen Frage nach der zweckmäßigsten Elektrolytart. Außerdem wurden auch die Meßverfahren eingehend geschildert sowie im letzten Abschnitt die Anwendungsmöglichkeiten kurz umrissen.

Die Fabrikationsverfahren sind, wie es bei einem so jungen Zweige der Technik durchaus verständlich ist, nur sehr flüchtig gestreift. Auf die Theorie des Elektrolytkondensators sowie auf die vielen interessanten und z. T. noch ungelösten elektrischen und chemischen Probleme ist der Verfasser leider nicht eingegangen. L. Linder VDE.

621. 365. 45

Elektrische Heizeinrichtungen für Industrie und Gewerbe. Von W. Schulz. 2. verbess. u. erweit. Aufl. Mit 260 Abb. u. 144 S. im Format A 5. Selbstverlag des Verfassers, Frankfurt a. M.-Ginnheim, Kurhessenstr. 162. 1937. Preis geh. 3 RM, geb. 4 RM.

Das schon seit 1933 gut bekannte Büchlein ist nun in 2. verbesserter Auflage erschienen und erfüllt seine Aufgabe recht gut, denjenigen Fachleuten, die sonst wenig mit diesem Sondergebiete in Berührung kommen, einen Querschnitt auf engem Raum zu geben. In 18 Abschnitten werden zunächst die verschiedenen elektrischen Heizungsarten, Heizkörper, deren Schaltung und Regelung beschrieben. Dann folgt eine reiche Bildersammlung der hauptsächlichsten Elektrowärmeanwendungen mit ganz kurzen erklärenden Worten. Der Elektrowärmefachmann, dem besonders der Abschnitt „Maschinen und Maschinenteile" manche Anregung geben wird, vermißt einige Zahlenangaben über den zu erwartenden Stromverbrauch. Die jedem Abschnitt beigegebenen Schrifttumhinweise sind bis in die neueste Zeit vervollständigt. Das am Schluß des Büchleins gebrachte Verzeichnis der einschlägigen Fachbücher dagegen ist etwas lückenhaft. Alle, die schnell einen Lieferanten suchen, werden das ausführliche Lieferantenverzeichnis begrüßen, das allerdings besser nach Firmennamen als nach Orten geordnet würde und noch etwas erweitert werden könnte. Der Verfasser hofft, daß der Leser angeregt werde zu prüfen, wo im eigenen Betrieb noch durch elektrische Erwärmung Verbesserungen und Vorteile zu erzielen sind. Dieser Zweck wird bestimmt erreicht, so daß dem Büchlein weiteste Verbreitung zu wünschen ist. Fr. Mörtzsch VDE.

657

Neuzeitliche Gestaltung des industriellen Rechnungswesens als Voraussetzung wirtschaftlicher Geschäftsführung. Erfahrungen und Erkenntnisse eines Praktikers. Von K. Beisel. Mit 140 S. im Format B 5. Verlag G. A. Gloeckner, Leipzig 1936. Preis geh. 6,40 RM, geb. 7,80 RM.

Die Erforschung und Ausgestaltung des industriellen Rechnungswesens hat in den letzten Jahrzehnten bedeutende Fortschritte gemacht. Es sind gute und gründliche Arbeiten grundsätzlicher und spezieller Art vorhanden und Namen wie Schmalenbach, Lehmann, Beste, das RKW, seine Reihe der Einheitsbuchführungen, der VDMA, Lilienthal, Peiser, Schulz-Mehrin, Pfauter, sind nur Beispiele.

Der vom Verfasser der „Neuzeitlichen Gestaltung . . ." gewählte Buchtitel erweckt deshalb nicht unbeträchtliche Erwartungen; er scheint jedoch zu weit gegriffen zu sein. Es ist schon räumlich schwer möglich, auf etwa 130 Textseiten, wovon etwa ein Fünftel für Formular-Beispiele abgehen, eine allgemeingültige Aufklärung über Wesen, Zweck, Grundlagen und Durchführung des Rechnungswesens zu geben. Bisher durften auch die Ausführungen, die sich an Brauch und Organisation einer Maschinenfabrik anlehnen, nicht ohne weiteres grundsätzlich für die gesamte industrielle Rechnungsführung gelten. Die kalkulatorischen Probleme z. B. liegen in den einzelnen Industriezweigen unterschiedlich, hauptsächlich infolge der Verschiedenheiten der Fertigungsgänge. In der Verallgemeinerung liegt eine nicht zu unterschätzende Gefahr. Der Untertitel „Erfahrungen und Erkenntnisse eines Praktikers" scheint mir der richtigere Titel für das Buch zu sein, wenn man hinzufügt: über das Rechnungswesen in Maschinenfabriken.

Es ist schade, daß der Verfasser nicht die Form einer Monographie gewählt hat, um so mehr als zu den eigentlichen Problemen des Rechnungswesens nicht Stellung genommen, eine eigene nach den Worten des Verfassers in der Praxis eingebürgerte Terminologie verwendet und Quellenangaben vermieden werden. In einer Monographie wären die wirklich reichen Erfahrungen und nützlichen Hinweise des Verfassers noch besser und unmißverständlicher zur Geltung gekommen.

Für den Leser, der mit den Aufgaben und der Handhabung des betriebswirtschaftlichen Rechnungswesens vertraut ist, enthält das Buch viele interessante Anregungen und nützliche Aufklärungen, und er wird sowohl für seinen Betrieb wie für die Forschung Vorteile daraus ziehen. E. Walther Zehme.

Veranstaltungen anderer Vereine.

Physikalische Gesellschaft und deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 15. 12. (Mi), 19^{30}. Neues Phys. Inst.: „Zur Elektronenleitung in durchsichtigen Kristallen". Prof. Dr. R. W. Pohl.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Dr.-Ing. W. Krämer VDE, Berlin-Karlshorst, Treskow-Allee 89.

Privatdozent Dr.-Ing. habil. W. Quade VDE, Karlsruhe, Dammerstockstraße 23.

Dr.-Ing. H. Göschel VDE, Berlin-Halensee, Paulsborner Str. 2.

Direktor J. von Rautenkrantz VDE, Mailand (6/3), Via Monferrato 2.

Abschluß des Heftes: 3. Dezember 1937.

Wissenschaftliche Leitung: **Harald Müller VDE**
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: **G. H. Winkler VDE**

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 16. Dezember 1937** **Heft 50**

Ermittlung der Komponenten eines nach Lage und Form gegebenen einphasigen elliptischen Drehfeldes.

Von K. Heinrich VDE, Berlin.

621. 313. 333. 013. 2. 001

Übersicht. Aus dem Aufbau eines Einphaseninduktionsmotors mit Spaltpolen und Kurzschlußringen wird das Vektordiagramm der Flüsse und aus diesen das elliptische Drehfeld entwickelt. Rückwärts werden bei gegebener Drehfeldellipse die Komponenten des Drehfeldes, der Zeitwinkel und die Ellipsenhauptachsen nach Größe und Richtung bestimmt.

Bei kleinen Einphaseninduktionsmotoren ist es zuweilen nicht möglich, die Ströme, die Haupt- und Hilfsfeld erzeugen, zu messen und ihre Phasenverschiebung zu ermitteln, um daraus wieder das elliptische Drehfeld graphisch bestimmen zu können. In solchen Fällen bleibt nur, etwa mit Hilfe einer sehr kleinen Spule das Feld im Läuferraum selbst über 360° abzutasten und aus den einzelnen induzierten EMKen den Feldverlauf zu bestimmen. Das wird notwendig bei allen den Kleinmotoren, bei denen der Hilfsstrom nicht zugeführt, sondern durch geeignete Anordnung von Kurzschlußringen im Ständer selbst erzeugt wird. Solche Motoren haben Spaltpole; sie werden vorwiegend als Synchronmotoren zum Antrieb von Uhren oder als Asynchronmotoren zum Antrieb von kleinen Schaltwerken verwendet.

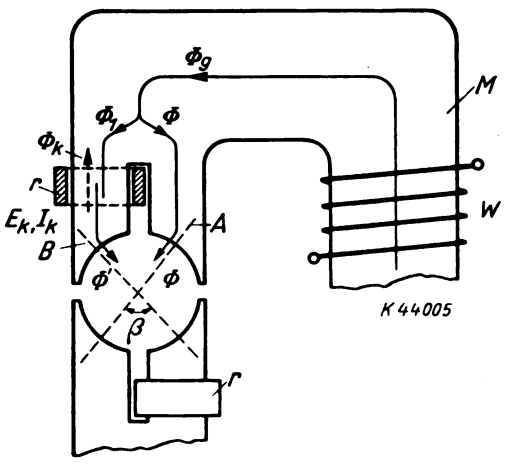


Abb. 1. Grundsätzliche Anordnung eines einphasigen Induktionsmotors (Kleinstmotor) mit Hilfsphase.

Ist das Drehfeld durch geeignete Messungen aufgenommen, so ist es mit Hilfe eines einfachen Verfahrens möglich, die das Drehfeld bildenden Flüsse (Haupt- und Hilfsfeld) nach Lage und Größenverhältnis zueinander zu bestimmen und damit auch auf die Ströme zu schließen. Das soll im folgenden gezeigt werden. Dazu aber ist erforderlich, das zwar längst bekannte Zustandekommen des elliptischen Drehfeldes aus zwei nach Größe und Richtung verschiedenen Flüssen bzw. Strömen noch einmal kurz zu behandeln.

In Abb. 1 ist der Ständer eines Motors, wie er oben erwähnt wurde, dargestellt. Das Magnetgestell M, das die magnetisierende Wicklung W trägt, hat zwei Pole, die durch Aufspaltung in je zwei Teilpole zerlegt sind. Über zwei im Durchmesser gegenüberstehende Teilpole sind Kurzschlußringe r geschoben. Der Gesamtfluß Φ_g teilt sich vor dem Spalt eines Poles in zwei Flüsse Φ und Φ_1, die miteinander in Phase liegen und deren Größenanteile am Gesamtfluß Φ_g lediglich durch die Querschnitte der Teilpole bestimmt sind. Meist liegt der Spalt in der Polmitte, so daß die beiden Teilflüsse Φ und Φ_1 auch der Größe nach gleich sind. In Abb. 2 sind diese Flüsse als Vektoren $\hat{\Phi}$ und $\hat{\Phi}_1$ dargestellt.

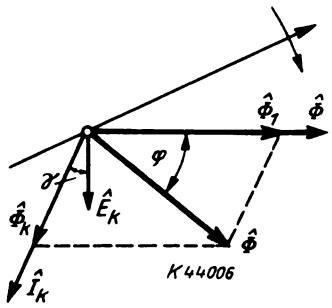


Abb. 2. Diagramm der Flüsse in einem Kleinstmotor nach Abb. 1.

Der Fluß Φ_1, der den Kurzschlußring r durchsetzt, induziert in ihm eine EMK E_k, die um ¼ Periode hinter dem sie hervorrufenden Flusse Φ_1 herläuft. In Abb. 2 ist daher der Vektor $\hat{E}_k$ im Umlaufsinn der Zeitlinie senkrecht zu $\hat{\Phi}_1$ nach unten dargestellt. Diese EMK E_k liefert eine Spannung U_k, die einen Strom I_k durch den Kurzschlußring r treibt. In Abb. 2 ist der Einfachheit halber $\hat{U}_k = \hat{E}_k$ angenommen. Dieser Strom I_k läuft um γ elektrische Grade hinter E_k her. In Abb. 2 stellt $\hat{I}_k$ seinen Vektor dar. Der Winkel γ ist angenommen. Der Strom I_k magnetisiert nun das Eisen des Teilpoles mit einem Flusse Φ_k, der praktisch mit I_k in Phase liegt. In Abb. 2 ist daher der Vektor $\hat{\Phi}_k$ in die Richtung des Vektors $\hat{I}_k$ gelegt.

Aus dem Diagramm ist nun der aus dem Kurzschlußteilpol austretende Fluß Φ' leicht durch vektorielle Addition zu bestimmen. Er eilt dem Flusse Φ_1 um φ elektrische Grade nach. Da Φ und Φ_1 aber in Phase liegen, ist dies auch die Nacheilung gegen den Fluß Φ, der aus dem nicht mit einem Kurzschlußring versehenen Teilpol austritt. Es treten somit aus den beiden Teilpolen zwei Flüsse Φ und Φ' aus, die nach Größe und Richtung voneinander verschieden sind.

In Abb. 1 sind mit A und B die Mittellinien der Flüsse Φ und Φ' im Läuferbohrloch bezeichnet. Überträgt

Digitized by Google

man nun für jede Lage der Zeitlinie in Abb. 2 die Augenblickswerte der beiden Flüsse Φ und Φ' auf die Achsen A und B und bildet daraus nach dem Parallelogramm der Kräfte den jeweils resultierenden Fluß Φ_R, so ergibt sich für einen Umlauf der Zeitlinie in Abb. 2 als Kurve aller Φ_R eine Ellipse. Zur einfacheren Verfolgung ist das Vektordiagramm $\hat{\Phi}$, $\hat{\Phi}'$ in Abb. 3 noch einmal wieder-

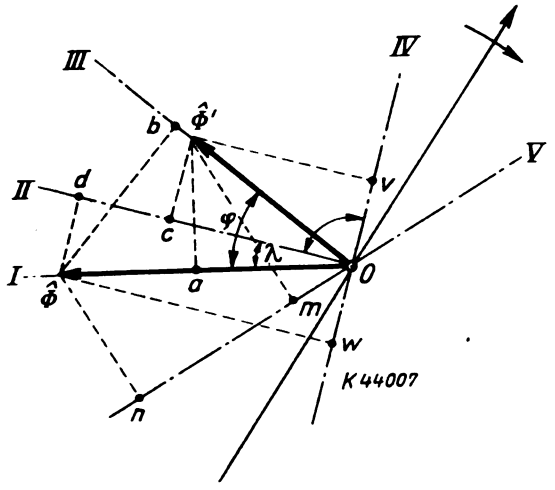


Abb. 3. Diagramm zur Ermittlung der Drehfeldellipse.

holt und daraus in Abb. 4 die Ellipse ermittelt. Wenn die Zeitlinie gerade über den Vektor $\hat{\Phi}$ wegstreicht, hat der Fluß Φ' den Wert $\overline{0a}$. Das ergibt, auf die Achsen A, B in Abb. 4 übertragen, den Punkt *1*. Streicht in Abb. 3 die

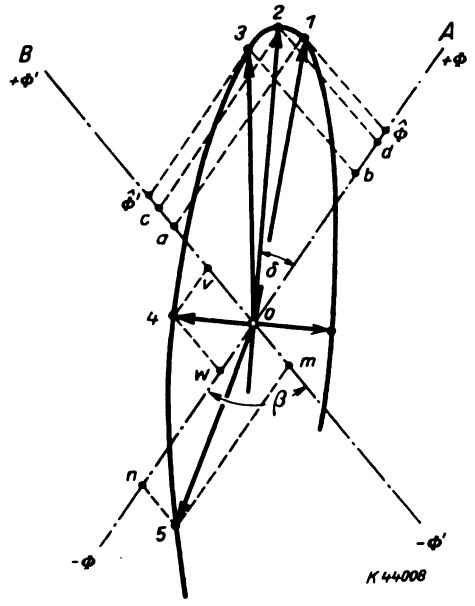


Abb. 4. Drehfeldellipse.

Zeitlinie gerade über den Vektor $\hat{\Phi}'$ weg, dann hat der Fluß Φ gerade den Wert $\overline{0b}$. Nach Übertragung auf Abb. 4 ergibt sich der Punkt *3*. Hat die Zeitlinie eine beliebige Lage V in Abb. 3, so ist der Fluß Φ zu dieser Zeit durch die Strecke $\overline{0n}$ und der Fluß Φ' durch die Strecke $\overline{0m}$ gegeben. Auf die Achsen A, B in Abb. 4 übertragen entsteht der Ellipsenpunkt *5* usw.

Ist eine Ellipse durch Messung aufgenommen, so ist es einfach, die Vektoren $\hat{\Phi}$ und $\hat{\Phi}'$ nach Größenverhältnis und Richtung nun rückwärts zu ermitteln. Legt man nämlich die Tangenten parallel zu den Achsen A, B an die Ellipse, so stellen die Abschnitte auf den Achsen A und B die Vektoren dem Größenverhältnis nach dar. Zieht man durch den Punkt *1*, Abb. 4, eine Parallele zur Achse A, so wird auf der Achse B die Strecke $\overline{0a}$ abgeschnitten. Aus den Entwicklungen zu Abb. 3 ergibt sich:

$$\overline{0a} = \hat{\Phi}' \cos\varphi .$$

Wird durch Punkt *3*, Abb. 4, eine Parallele zur Achse B gelegt, so wird auf der Achse A der Betrag $\overline{0b}$ abgeschnitten. Aus Abb. 3 folgt hierfür:

$$\overline{0b} = \hat{\Phi} \cos\varphi .$$

Damit ist also auch die Phasenverschiebung φ bestimmt. Dabei ist leicht einzusehen, daß diese Ermittlung unabhängig vom Winkel β der Achsen A, B ist.

Zuweilen wird nun beim punktweisen Aufnehmen der Ellipse der Höchstwert (Punkt *2*, Abb. 4) nicht erfaßt. Das Interpolieren wird besonders bei sehr schlanken Ellipsen sehr ungenau. In solchen Fällen muß der Höchstwert rechnerisch ermittelt werden. Aus Abb. 3 ersieht man, daß der Höchstwert $\overline{02}$, also die große Halbachse der Ellipse, erreicht wird, wenn die Zeitlinie eine ganz bestimmte Stellung zwischen den Vektoren $\hat{\Phi}$ und $\hat{\Phi}'$ einnimmt. Diese Lage ist in Abb. 3 mit *II* bezeichnet. Der Winkel, um den die Zeitlinie den Vektor $\hat{\Phi}$ überholt hat, sei λ, die Achsen A, B in Abb. 4 mögen einen beliebigen Winkel β bilden. Aus Abb. 3 und 4 ergibt sich nun:

$$\overline{02}^2 = \left(\hat{\Phi}\cos\lambda\right)^2 + \left(\hat{\Phi}'\cos(\varphi-\lambda)\right)^2 + 2\,\hat{\Phi}\,\hat{\Phi}'\cos\lambda\cos(\varphi-\lambda)\cos\beta . \quad (1)$$

Da dieser Wert als große Halbachse der Ellipse den Höchstwert der Kurve darstellt, gilt zur Bestimmung des Winkels λ:

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\lambda}\left[\left(\hat{\Phi}\cos\lambda\right)^2 + \left(\hat{\Phi}'\cos(\varphi-\lambda)\right)^2 + 2\,\hat{\Phi}\,\hat{\Phi}'\cos\lambda\cos(\varphi-\lambda)\cos\beta\right] = 0 . \quad (2)$$

Durch Differenzierung folgt daraus:

$$\operatorname{tg} 2\lambda = \frac{\hat{\Phi}'^2 \sin 2\varphi + 2\,\hat{\Phi}\,\hat{\Phi}'\cos\beta\sin\varphi}{\hat{\Phi}'^2\cos 2\varphi + \hat{\Phi}^2 + 2\,\hat{\Phi}\,\hat{\Phi}'\cos\beta\cos\varphi} . \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\left[\frac{\hat{\Phi}'^2\sin 2\varphi + 2\,\hat{\Phi}\,\hat{\Phi}'\cos\beta\sin\varphi}{\hat{\Phi}'^2\cos 2\varphi + \hat{\Phi}^2 + 2\,\hat{\Phi}\,\hat{\Phi}'\cos\beta\cos\varphi}\right] . \quad (4)$$

Für den praktisch meist vorliegenden Fall $\beta = 90°$ vereinfachen sich die Gleichungen (1) und (4) auf:

$$\overline{02}^2 = \left(\hat{\Phi}\cos\lambda\right)^2 + \left(\hat{\Phi}'\cos(\varphi-\lambda)\right)^2 \quad (5)$$

$$\lambda = \frac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{\hat{\Phi}'^2\sin 2\varphi}{\hat{\Phi}^2 + \hat{\Phi}'^2\cos 2\varphi}\right) . \quad (6)$$

Durch Einsetzen von λ aus Gl. (4) bzw. (6) in die Gl. (1) bzw. (5) und Auflösen nach $2\cdot\overline{02}$ ist die große Hauptachse der Ellipse der Größe nach festgelegt. Die kleine Hauptachse steht senkrecht zu ihr. In Abb. 4 sei die halbe kleine Achse mit $\overline{04}$ bezeichnet. Dieser Wert wird erreicht, wenn die Zeitlinie so zu den Vektoren in Abb. 3 liegt, daß die Summe der Quadrate der Augenblickswerte den kleinsten Wert annimmt. Diese Lage ist in Abb. 3 mit *IV* bezeichnet, sie ist senkrecht zur Lage *II*. Aus dem Diagramm Abb. 3 ist zu ersehen, daß der Fluß Φ für die Lage *IV* den Betrag

$$\overline{0w} = \Phi\sin\lambda$$

und der Fluß Φ' den Betrag

$$\overline{0v} = \Phi'\sin(\varphi-\lambda)$$

Digitized by Google

annimmt. Für einen beliebigen Winkel β gilt dann nach Abb. 4 die Gleichung:

$$\overline{04}^2 = (\hat{\Phi}' \sin(\varphi - \lambda))^2 + (\hat{\Phi} \sin\lambda)^2 - 2\hat{\Phi}\hat{\Phi}' \sin\lambda \sin(\varphi - \lambda) \cos\beta . \quad (7)$$

Ist $\beta = 90°$, so vereinfacht sich diese Gleichung auf:

$$\overline{04}^2 = (\hat{\Phi}' \sin(\varphi - \lambda))^2 + (\hat{\Phi} \sin\lambda)^2 . \quad (8)$$

Durch Einsetzen von λ in entsprechender Weise liegt die kleine Hauptachse ebenfalls fest.

Der Winkel, den die große Hauptachse mit der Achse A, Abb. 4, bildet, sei δ. Es ergibt sich dafür die Gleichung:

$$\operatorname{ctg}\delta = \frac{\hat{\Phi}\cos\lambda + \hat{\Phi}'\cos(\varphi - \lambda)\cos\beta}{\hat{\Phi}'\cos(\varphi - \lambda)\sin\beta} \quad (9)$$

bzw. für $\beta = 90°$:

$$\operatorname{ctg}\delta = \frac{\hat{\Phi}\cos\lambda}{\hat{\Phi}'\cos(\Phi - \lambda)} . \quad (10)$$

Zusammenfassung.

Bei kleinen Einphasen-Induktionsmotoren ist die Bestimmung der das elliptische Drehfeld bildenden Komponenten etwa durch Messung der Ströme oft nicht möglich. In solchen Fällen muß das Drehfeld selbst nach Lage und Form aufgenommen werden. Es wird gezeigt, wie aus der graphischen Darstellung einer solchen Aufnahme die Komponenten nach Lage und Größenverhältnis einfach dadurch bestimmt werden können, daß parallel zu den Raumachsen der Ellipse Tangenten an die Ellipse gelegt werden. Die Abschnitte dieser Tangenten auf den Raumachsen ergeben die Vektoren der Komponenten im Größenverhältnis der Ellipse. Aus den von den Raumachsen ab gerechneten Längen der Tangenten und den Achsenabschnitten ist der Zeitwinkel einfach zu bestimmen. Weiter ergibt sich durch eine einfache Rechnung die genaue Ermittlung der Hauptachsen der Ellipse nach Größe und Lage zu den Raumachsen für beliebige Winkel der Raumachsen.

Spulen mit Massekernen.

Von **Martin Kersten**, Berlin.

621. 318. 323. 2. 042. 15

Übersicht. Die wichtigsten Eigenschaften der Spulen mit ferromagnetischen Massekernen werden zusammengefaßt*) unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Anteile des Wirkwiderstandes solcher Spulen, die auf Verluste in der Wicklung, im Kern und in den Abschirmkappen zurückgeführt werden können. Die Grundlagen der meßtechnischen Trennung der sieben praktisch wichtigsten frequenzabhängigen Anteile des Wirkwiderstandes und die Berücksichtigung dieser Anteile für den Aufbau der Spulen werden erörtert.

In der Fernmeldetechnik werden als wichtige Einzelteile Widerstände, Kondensatoren und Spulen verwendet. Diese Einzelteile können technisch nicht so hergestellt werden, daß sie in einem großen Frequenzbereich als reine Widerstände, als reine Kapazitäten bzw. als reine Induktivitäten wirken. Die Widerstände sind stets mit einem induktiven oder kapazitiven „Phasenfehler", die Kondensatoren und Spulen mit einem „Verlustwinkel" behaftet. Kondensatoren können ferner nicht frei von Induktivität und Spulen nicht frei von Kapazität hergestellt werden.

Diese Abweichungen vom Idealzustand können bei Widerständen und bei Kondensatoren im Bedarfsfall bei nicht zu hohen Frequenzen oft praktisch unmerklich gemacht werden. In weit geringerem Maße gelingt dagegen bei Spulen eine Begrenzung des Verlustwinkels. Auch für die praktische Anwendung technischer Spulen muß fast in allen Fällen deren (reeller) Wirkwiderstand und deren Kapazität berücksichtigt werden. Die Aufgabe des Spulenherstellers besteht im wesentlichen darin, den Wirkwiderstand und die Eigenkapazität der Spulen durch geeignete technische Maßnahmen von Fall zu Fall genügend kleinzuhalten. Außerdem müssen beim Entwurf der Spulen meist noch besondere Nebenforderungen berücksichtigt werden.

„Massekerne" sind in größerem Umfange zuerst in den V. S. Amerika während des Weltkrieges als „Ersatzstoff" in die Technik eingeführt worden, nachdem die bis dahin aus Deutschland bezogenen Stahldrähte für Pupinspulenkerne von der Zufuhr abgeschnitten waren. Die ersten Massekerne wurden aus Eisenpulver hergestellt, das nach inniger Vermischung mit Isolierstoffen unter hohem Druck zu Kernen verpreßt wurde. Solche Kerne wurden zunächst fast ausschließlich für Pupinspulen zur induktiven Belastung von Fernmeldeleitungen verwendet. Erst später haben sich für Massekerne viele weitere Anwendungsgebiete ergeben, so daß heute — wenigstens der Stückzahl nach — die Pupinspule hinter den später erschlossenen Anwendungen zurückgetreten ist. Ausgedehnte Verwendung finden Massekernspulen z. B. in Siebketten, Schwingkreisen, Nachbildungsschaltungen und für alle ähnlichen Zwecke der Fernmeldetechnik, für die Selbstinduktivitäten als Bauteile benötigt werden. Die Frequenzbereiche dieser Anwendungsgebiete für Massekernspulen erstrecken sich von den tiefen Sprachfrequenzen bis zum Kurzwellenbereich, also etwa von 10^2 bis 10^8 Hz.

Durch diese Frequenzbereiche sind die Größenordnungen der erforderlichen Spuleninduktivitäten schon ungefähr festgelegt. Da die Spulen in den meisten Fällen in Verbindung mit Kapazitäten auftreten, entstehen schwingfähige Schaltkreise, deren Eigenfrequenzen gewöhnlich wenigstens ungefähr in dem Frequenzbereich liegen, in dem die Spule arbeiten soll. Bei Berücksichtigung der mit normalen Abmessungen praktisch herstellbaren Kapazitätswerte ergibt sich für die Größenordnungen der Induktivität von Massekernspulen etwa der Bereich von 1 H bei den tiefsten bis zu 1 µH bei den höchsten heute in Betracht kommenden Frequenzen. Innerhalb dieses großen Induktivitäts- und Frequenzbereichs müssen verschiedene Spulenarten und Massekernstoffe nebeneinander benutzt werden, die jeweils nur in einem mehr oder weniger begrenzten Frequenzbereich günstige Spuleneigenschaften gewährleisten. Für den Entwurf einer Spule ist darum der Frequenzbereich, für den sie verwendet werden soll, von ausschlaggebender Bedeutung.

Für einen bestimmten Verwendungszweck sind somit Induktivität und Frequenzbereich vorgegeben. Außerdem werden Güteforderungen an die Spule gestellt, die von Fall zu Fall recht verschieden sein können. Die wichtigsten Forderungen beziehen sich auf den Wirkwiderstand R der Spule, der sich aus dem Gleichstromanteil R_0 und dem frequenzabhängigen Wechselstromanteil R_f zusammensetzt. Der Wechselstromanteil R_f des Wirkwiderstandes, der oft als „Verlustwiderstand" bezeichnet wird, läßt

*) Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium des Wernerwerks der Siemens & Halske AG. Gekürzter Inhalt eines Vortrages im VDE-Bezirk Berlin-Brandenburg am 21. 1. 1937 (Fachgebiet „Funktechnik und Verstärkertechnik").

Digitized by Google

sich bekanntlich in verschiedene einzelne Anteile zerlegen. Obwohl nur einige dieser Anteile vom ferromagnetischen Kern herrühren, so müssen doch für die Auswahl des jeweils günstigsten Kernstoffes sämtliche Verlustanteile berücksichtigt und gegeneinander ausgewogen werden. Vor näherem Eingehen auf die besonderen Eigenschaften der Massekerne werden darum im folgenden zunächst die verschiedenen Anteile der Spulenverluste und deren meßtechnische Trennung kurz zusammengefaßt[1]).

1. Die verschiedenen Anteile des Wirkwiderstandes.

Da die mit Eigenkapazität behaftete Spule fast stets nur weit unterhalb ihrer Eigenresonanz $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_0 C}}$ benutzt wird, stellt man sie zweckmäßig als Reihenschaltung einer reinen Induktivität L und eines reellen Widerstandes R dar. Die Eigenkapazität C muß dann allerdings durch einen bestimmten Frequenzgang von L und R berücksichtigt werden. Man erhält (Abb. 1) für

$$\omega^2 L_0 C = (f/f_0)^2 \ll 1$$

$$L = L_0 (1 + \omega^2 L_0 C) = L_0 [1 + (f/f_0)^2] \qquad (1)$$

und

$$R = R' (1 + 2\omega^2 L_0 C) = R' [1 + 2 (f/f_0)^2] = R' + R_C, \qquad (2)$$

worin L_0 die Induktivität und R' den Widerstand im Falle des Ersatzschaltbildes mit Parallelkapazität C (Abb. 1 a) bedeuten. Kennzeichnet man also eine Spule durch Reihenschaltung der Induktivität L und des Widerstandes R, so ist der Frequenzanstieg von L und R durch Gl. (1) festgelegt, wobei zu berücksichtigen ist, daß auch R' infolge der verschiedenen Verlustursachen mit der Frequenz f ($= \omega/2\pi$) ansteigt.

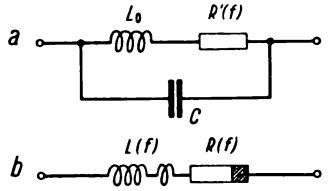


Abb. 1. Zwei Ersatzschaltbilder für Spulen im Bereich $\omega^2 L_0 C \ll 1$.

Mißt man den Wirkwiderstand $R = R' + R_C$ einer Spule etwa mittels einer Brückenschaltung bei Wechselstrom verschiedener Frequenz, zunächst unter Gleichhaltung der Stromstärke, so erhält man bekanntlich einen Anstieg des Widerstandes mit der Frequenz. Dieser ansteigende Teil $R_f = R - R_0$ des Wirkwiderstandes R läßt sich zerlegen in je einen Anteil, der proportional f, f^2 und f^3 verläuft. Bei hohen Frequenzen können weitere Potenzen von f auftreten, z. B. $f^{1/2}$.

Diese einzelnen Anteile des Verlustwiderstandes werden verursacht durch die Verluste, die 1. in der Wicklung, 2. im ferromagnetischen Kern und 3. in der Umgebung der Spule, insbesondere in den metallischen Abschirmkappen entstehen. Es hat sich gezeigt, daß in der heutigen Spulentechnik nicht alle physikalisch möglichen Verlustanteile auch praktisch in Erscheinung treten. Wir wollen hier nur diese z. Z. praktisch wichtigen Anteile betrachten. Zur Vereinfachung und besseren Übersicht wollen wir dabei die quantitativen Beziehungen angeben für Spulen mit ringförmigen Kernen von überall gleichem Querschnitt, und zwar nur für den einfachen Grenzfall „Querschnittsabmessungen klein gegen Ringdurchmesser". Die Beziehungen bleiben auch für „dicke" Ringkerne z. T. streng oder mit sehr guter Annäherung gültig und können nach entsprechenden Änderungen der Zahlenfaktoren auch für Spulen mit anderen Kernformen angewandt werden. Um eine kurze Übersicht zu ermöglichen, wollen wir ferner quantitative Beziehungen nur für die Fälle anführen, bei denen weder in der Wicklung noch im Kern „starke" Strom- bzw. Flußverdrängungen entstehen.

[1]) Eine entsprechende, besonders ausführliche Zusammenstellung ist kürzlich von V. Legg [Bell Syst. techn. J. 15 (1936) S. 39] gegeben worden.

a) Verluste im Raum der Spulenwicklung.

Drei Verlustanteile, die im Wickelraum auftreten, sind von praktischer Bedeutung und ergeben folgende Anteile des Wirkwiderstandes:

1. den Wirbelstromwiderstand R_{ww},
2. den „dielektrischen" Widerstand R_d,
3. den Widerstand R_C, der von der Eigenkapazität herrührt.

Der Widerstandsanteil R_{ww}, der besonders durch Arbeiten von Dolezalek, M. Wien, Sommerfeld und Rogowski[2]) genauer bekanntgeworden ist, beruht auf der Stromverdrängung im Wicklungsdraht, die mit steigender Frequenz zunimmt und besonders in den unteren Wicklungslagen einer mehrlagigen Spule auftritt. Die Drähte oder Litzenadern der unteren Lagen liegen quer im magnetischen Feld, das von den stromdurchflossenen oberen Lagen erzeugt wird. Dadurch entstehen Stromverdrängungen bzw. „Wirbelströme", und es ergibt sich für mehrlagige Ringkernspulen in guter Näherung der Widerstandszuwachs

$$R_{w\,\mathrm{Wicklung}} = R_{ww} = \sigma \frac{L}{\mu} \frac{V_{\mathrm{Cu}}}{V_{\mathrm{Kern}}} d^2 f^2, \qquad (3)$$

$$= \underset{\mathrm{m\,\Omega\,mm^2}}{\sigma} \quad \underset{\mu/\mu_0}{L/H} \quad \frac{V_{\mathrm{Cu}}}{V_{\mathrm{Kern}}} \left(\frac{d}{\mathrm{mm}}\right)^2 \left(\frac{f}{\mathrm{kHz}}\right)^2 \mathrm{Ohm}^3).$$

Darin bedeuten σ die Leitfähigkeit, d den Durchmesser des Wicklungsdrahtes bzw. der einzelnen Litzenader, μ die Permeabilität, V_{Kern} den Rauminhalt des Kerns, V_{Cu} den Rauminhalt des gesamten Leitermetalls (z. B. Kupfers) der Wicklung; [$V_{\mathrm{Cu}} = \frac{\pi d^2}{4} N l_w n_{\mathrm{Li}}$; N = Windungszahl, l_w = mittlere Windungslänge, n_{Li} = Zahl der Litzenadern (= 1 bei Volldraht)].

Die Beziehung (3) gilt nur für den Frequenzbereich „geringer" Stromverdrängung, also für $R_{ww} \ll R_0$. Diese Bedingung wird praktisch bei den normalen kleinen Spulen durch die Wahl eines hinreichend kleinen Draht- bzw. Litzenaderdurchmessers d bis zu Frequenzen von einigen Megahertz eingehalten. Für höhere Frequenzen, bei denen „starke" Stromverdrängung eintritt, ist bekanntlich[4]) wieder der Widerstand von Volldrahtspulen geringer als der von Litzenspulen mit gleichem Kupfergewicht, so daß im eigentlichen Kurzwellenbereich auch für die Wicklung von Massekernspulen Volldraht verwendet wird. Schon im Bereich der Sprachfrequenzen kann jedoch der Widerstandsanteil R_{ww} durchaus merklich werden und zwingt darum in manchen Fällen schon unterhalb von 10 kHz zur Verwendung von Litzen an Stelle von Volldraht. Da der Durchmesser d der Litzenader mit der zweiten Potenz in Gl. (2) eingeht, bringt eine geringe Verminderung dieses Durchmessers schon eine beträchtliche Herabsetzung des Wirbelstromwiderstandes R_{ww} der Wicklung.

Die beiden anderen Anteile des Verlustwiderstandes R_f, die ebenfalls durch Verluste im Wickelraum bedingt sind, hängen mit der Eigenkapazität C der Spulen zusammen. Im Dielektrikum der Eigenkapazität, das sich insbesondere aus den Isolierhüllen des Wicklungsdrahtes, aus Luft oder gegebenenfalls aus Imprägniermassen und auch aus Teilen des Spulenkernes zusammensetzt, entstehen dielektrische Verluste, die sich in der oben vorausgesetzten L-R-Reihenschaltung als Widerstandsanteil

$$R_d = \omega^3 L^2 C \delta = \omega L \delta \left(\frac{f}{f_0}\right)^2, \qquad (4)$$

$$\approx \frac{1}{4} \left(\frac{L}{\mathrm{H}}\right)^2 \frac{C}{\mathrm{pF}} \delta \left(\frac{f}{\mathrm{kHz}}\right)^3 \mathrm{Ohm}$$

[2]) F. Dolezalek, Ann. Phys., Lpz. 13 (1903) S. 1142; M. Wien, ebenda 14 (1904) S. 12; A. Sommerfeld, ebenda, 15 (1904) S. 673; W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. 3 (1915) S. 264.

[3]) Vgl. H. Buchholz, Arch. Elektrotechn. 22 (1929) S. 360, ferner A. Weis, Hochfrequenztechn. 47 (1936) S. 148, Gl. (14), aus der sich Gl. (3) ohne weiteres ergibt. Die Beziehung (3) kann je nach dem Anwendungsfall auch in einige andere für die Auswertung günstigere Ausdrücke umgeformt werden.

[4]) R. Lindemann, Verh. dtsch. phys. Ges. (1910) S. 572.

Digitized by Google

äußern, wenn δ den Verlustwinkel der Eigenkapazität bedeutet. Dieser „dielektrische Widerstand" R_d steigt also mit der dritten Potenz der Frequenz. Er läßt sich im allgemeinen ausreichend herabsetzen durch Verminderung der Eigenkapazität C durch „kapazitätsarmen" Wicklungsaufbau und durch Verwendung dielektrisch hochwertiger Isolierstoffe mit kleinem Verlustwinkel δ.

Schließlich bedingt auch eine verlustfreie Eigenkapazität ($\delta = 0$) den Widerstandsanteil

$$R_C = R' \cdot 2\,\omega^2 L_0 C = R' \cdot 2 \left(\frac{f}{f_0} \right)^2,$$

dessen Bedeutung schon [s. Gl. (2)] näher erläutert worden ist.

b) Verluste im ferromagnetischen Kern.

Auf Verluste im ferromagnetischen Kern sind folgende drei Widerstandsanteile zurückzuführen:

1. der Wirbelstromwiderstand R_{wk},
2. der Hysteresewiderstand R_h,
3. der Nachwirkungswiderstand R_n.

Die physikalische Beschreibung und technisch zweckmäßige Darstellung dieser drei Widerstandsanteile verdanken wir der grundlegenden Arbeit von H. Jordan[5]). Jordan stützte sich bei seinen Untersuchungen z. T. auf ältere Beobachtungen Lord Rayleighs[6]), die kürzlich gerade die fünfzigste Wiederkehr ihres Jahrestages erreicht haben. Rayleigh fand im Januar 1887 empirisch, daß im Bereich der in der Fernmeldetechnik vorkommenden kleinen Feldstärken die Hystereseschleifen eines Ferromagnetikums außer durch die Anfangspermeabilität μ_A allein durch eine einzige weitere Werkstoffkonstante, die Rayleigh-Konstante ν, beschrieben werden können. Im Anschluß an die Untersuchungen Rayleighs definierte Jordan zur Darstellung der drei Verlustwiderstandsanteile, die vom ferromagnetischen Kern herrühren, die drei Verlustbeiwerte w, h und n, mit denen diese drei Widerstände in folgender Weise dargestellt werden können[7]):

$$R_{w\ \mathrm{Kern}} = R_{wk} = w\,L\,f^2 = \frac{w}{\mu\mathrm{s}} \frac{L}{\mathrm{H}} \left(\frac{f}{\mathrm{kHz}} \right)^2 \mathrm{Ohm}, \quad (5)$$

$$R_h = h\,L\,\mathfrak{H}\,f = \frac{h}{\mathrm{cm/kA}} \frac{L}{\mathrm{H}} \frac{\mathfrak{H}_{\mathrm{effekt.}}}{\mathrm{A/cm}} \frac{f}{\mathrm{kHz}} \mathrm{Ohm}, \quad (6)$$

$$R_n = n\,L\,f = \frac{n}{{}^0/_{00}} \frac{L}{\mathrm{H}} \frac{f}{\mathrm{kHz}} \mathrm{Ohm}. \quad (7)$$

Der mit der zweiten Potenz der Frequenz f ansteigende Wirbelstromwiderstand R_{wk} tritt bei hohen Frequenzen stark hervor, wenn nicht durch genügende elektrische Unterteilung des ferromagnetischen Kerns ein kleiner Wirbelstrombeiwert w gewährleistet wird.

Die Rayleigh-Jordansche Hysteresebeziehung (6) gilt nur für hinreichend kleine Feldstärken $\mathfrak{H}$, für den „Rayleigh-Bereich", der bei den Spulen der Fernmeldetechnik fast niemals überschritten wird. Auf die Widerstände R_{wk} und R_h wird etwas später im Zusammenhang mit der Massekerntechnik noch näher eingegangen.

Außer seiner technischen Bedeutung ist der Nachwirkungswiderstand R_n von besonderem physikalischem Interesse. Daß es sich — wie Jordan vermutete — bei diesem Verlustanteil tatsächlich um Nachwirkung handelt, also um ein zeitliches Nacheilen der Induktion hinter dem erregenden Feld, ist erst in den letzten Jahren mit Sicherheit bestätigt worden. Bemerkenswert ist die außerordentliche Frequenzkonstanz des Nachwirkungsbeiwertes n, die sich bei den meisten Werkstoffen über einen großen Bereich technischer Wechselstromfrequenzen erstreckt, also z. B. von 50 Hz bis 1 MHz. Obwohl die Nachwirkungsverluste in den Spulen der Technik oft stark hervortreten, also ein technisches Bedürfnis für ihre Begrenzung besteht, ist es bisher nicht gelungen, eine befriedigende physikalische Deutung dieses Verlustanteils zu finden[8]).

c) Verluste in der Umgebung der Spule, insbesondere in den metallischen Schirmkappen.

Ein weiterer Beitrag zum Wechselstromanteil R_f des Spulenwiderstandes hat seine Ursache in den Verlusten, die in der Umgebung der Spule entstehen, wenn sich Metallmassen, z. B. die üblichen Schirmkappen, im magnetischen Streufeld der Spule befinden. Diese Schirmkappen können als sekundäre Kurzschlußwindung aufgefaßt werden, die je nach der Bauart der Spule mehr oder weniger lose mit dem primären Spulenkreis gekoppelt ist. Bei tiefen Frequenzen wirken ferromagnetische Hüllen als magnetostatische Schirme, deren Hysterese ebenfalls auf den Spulenwiderstand merklich rückwirken kann. Hochwertige Ringkernspulen können so streuarm hergestellt werden, daß dieser „Kappenanteil" R_k des Verlustwiderstandes für alle technischen Frequenzen praktisch fast unmeßbar bleibt. Dagegen wird dieser Anteil oft recht merklich bei anderen Spulenformen, insbesondere denen mit offenem magnetischem Eisenweg, die u. a. in der Rundfunktechnik häufig verwendet werden.

Die Kappenverluste und die Verluste durch Metallmassen in der Umgebung werden hier nur erwähnt, weil sie bei der meßtechnischen Trennung der verschiedenen Verlustanteile oft berücksichtigt werden müssen. Es würde jedoch hier zu weit führen, auf diese Verlustart näher einzugehen[9]).

2. Die meßtechnische Trennung der einzelnen Verlustanteile.

Für die systematische Entwicklung von Spulen ist es unbedingt erforderlich, die einzelnen Anteile des Wirkwiderstandes von Spulen meßtechnisch zu trennen. Das gilt ganz besonders für die Entwicklung neuer magnetischer Werkstoffe für Spulenkerne, bei der laufend an vielen Werkstoffproben bzw. Probespulen die Verlustbeiwerte w, h und n bestimmt werden müssen. Für die erwähnten sieben praktisch wesentlichen Anteile des Verlustwiderstandes R_f ergeben sich aus den genannten Beziehungen unter der fast stets erfüllbaren Voraussetzung $R \ll \omega L$ folgende Möglichkeiten der meßtechnischen Trennung.

Zur Bestimmung des Hysteresewiderstandes R_h genügen offenbar zwei Widerstandsmessungen bei zwei verschiedenen Stromstärken bzw. Feldstärken $\mathfrak{H}$ und bei einer festgehaltenen Frequenz, da nur R_h von der Stromstärke abhängt. Nachdem h (und R_0) bekannt sind, können die mit verschiedenen Potenzen von f ansteigenden Anteile aus mindestens ebensoviel bei verschiedenen Frequenzen gemessenen Widerstandswerten ermittelt werden, wie Potenzen von f vorkommen. Aus drei Widerstandsbeträgen für drei verschiedene Frequenzen können R_d, der mit f^3 ansteigende Teil, R_n, der mit f ansteigende Teil und schließlich $R_c + R_{ww} + R_{wk} = R_{f^2}$, der mit f^2 ansteigende Teil, bestimmt werden. Für die Aufteilung des Widerstandes R_{f^2} in seine drei Bestandteile R_c, R_{ww} und R_{wk} gibt es verschiedene Möglichkeiten, die nebeneinander praktische Bedeutung haben. Der Widerstandsanteil R_c wird am einfachsten berechnet, nachdem die Eigenkapazität C bzw.

[5]) H. Jordan, Elektr. Nachr.-Techn. 1 (1924) S. 7.
[6]) Lord Rayleigh, Phil. Mag. 23 (1887) S. 225.
[7]) Vgl. W. Deutschmann, Elektr. Nachr.-Techn. 9 (1932) S. 427.
[8]) Vgl. z. B. H. Jordan, Ann. Phys., Lpz. 21 (1934) S. 405; F. Prelsach, Z. Phys. 94 (1935) S. 277; H. Kindler u. A. Thoma, Arch. Elektrotechn. 30 (1936) S. 514.
[9]) Vgl. z. B. H. Kaden, Elektr. Nachr.-Techn. 10 (1933) S. 277; W. Herzog, Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 81.

Digitized by Google

die Resonanzfrequenz f_0 aus dem Frequenzanstieg von L nach (1) ermittelt worden ist. In vielen einfacheren Fällen bei Ringkernspulen wird R_{ww} nach Gl. (3) aus den bekannten Werten für σ, L, μ, V_{Cu}, V_{Kern}, d und f berechnet. Durch Abziehen der berechneten Werte R_C und R_{ww} von $R_f{}^2$ erhält man dann R_{wk} und den Wirbelstrombeiwert w des Eisenkerns.

Will man etwa bei laufenden Reihenmessungen für die Werkstoffentwicklung nur die Wirbelstrombeiwerte w von Probekernen bestimmen, so benutzt man zweckmäßig eine besondere Meßwicklung, die z. B. in einer kapazitätsarmen einlagigen Wicklung feinst unterteilter Hochfrequenzlitze bestehen kann, bei der also V_{Cu}/V_{Kern} und d^2 möglichst klein gemacht werden. Man erreicht auf diese Weise auch praktisch $R_C + R_{ww} \ll R_{wk}$, also auch $R_{wk} \approx R_f{}^2$, so daß sich eine Aufteilung des gemessenen Widerstandes $R_f{}^2$ von vornherein erübrigt. Bei unseren Entwicklungsarbeiten an Massekernen haben wir uns diese Bestimmung des Wirbelstrombeiwertes w und anderer Meßgrößen durch Verwendung eines besonderen Meßkäfigs erleichtert.

Etwas umständlich ist die Aufteilung von $R_f{}^2$, wenn es sich nicht um Ringkernspulen handelt, sondern um irgendwelche anderen Spulenformen, bei denen die Feldverteilung in der Wicklung nicht mehr in einfacher Weise berechnet werden kann, wie z. B. bei kurzen Zylinderspulen mit Stiftkernen, wie sie in der Rundfunktechnik häufig genutzt werden[10]).

Auf die Kappenverluste, die am einfachsten durch Messung der Spule mit und ohne Kappe ermittelt werden und in einfacheren Fällen natürlich auch der Rechnung zugänglich sind[11]), sei hier nur der Vollständigkeit wegen hingewiesen. Hierzu gehören auch Fehlmessungen, die durch Metallmassen verursacht werden können, die sich während der Messung zu nahe neben der Spule befinden.

(Schluß folgt.)

[10]) A. Weis, wie Fußnote 3, Abschnitt III.
[11]) H. Kaden, W. Herzog, wie Fußnote 9.

Innenraumschaltanlagen für Spannungen über 30 kV.

Von W. Schrinner VDE, Berlin.

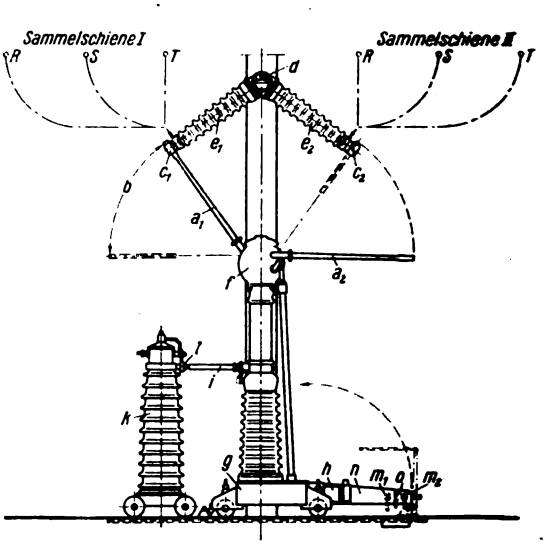
621. 316. 267

Übersicht. Wenn die Erstellung von Freiluftschaltanlagen auf Schwierigkeiten wie Luftverunreinigungen, Platzmangel usw. stößt, kann man heute zu einer neuartigen und betriebstechnisch hochwertigen Innenraumbauweise übergehen, ohne die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu beeinträchtigen. An Hand einiger praktischer Beispiele wird über den Aufbau und die betriebstechnischen Eigenschaften dieser neuartigen Innenraumschaltanlagen berichtet.

Die Verbundwirtschaft führt heute immer mehr zum Anschluß auch kleinerer und mittlerer Betriebe der öffentlichen Stromversorgung und der Industrie an die Hochvoltnetze der elektrischen Großversorgung. Für die hierfür in Frage kommenden Schaltanlagen mit Spannungen zwischen 40 und 100 kV wurde bisher überwiegend die Freiluftausführung gewählt. Jedoch wird die Betriebssicherheit einer solchen Anlage erfahrungsgemäß häufig durch starke Luftverunreinigungen nachteilig beeinflußt. In manchen Fällen wird man zwar durch die Wahl einer höheren Isolation einen verhältnismäßig einwandfreien Betrieb erreichen. Hierdurch erhöhen sich aber die Erstellungskosten der Freiluftschaltanlage gegenüber denen einer Innenraumschaltanlage wesentlich, ohne die Möglichkeit eines Überschlages auszuschließen, da ja die erhöhte Isolation den Vorgang des Überschlages nicht verhindert, sondern nur hinauszögert. Gleichzeitig wird erreicht, daß die Reinigung der Schaltanlage in entsprechend größeren Zeitabständen zu erfolgen braucht als bei üblicher Isolation. Oftmals schließen auch die beschränkten Raumverhältnisse die Wahl einer Freiluftschaltanlage aus, besonders auch dann, wenn die im Rahmen des Verbundbetriebes erforderlichen nachträglichen Anschlußanlagen auf dem betreffenden, meist schon voll ausgebauten Werksgelände nur schwer oder gar nicht untergebracht werden können.

Die vorerwähnten Schwierigkeiten führten daher ganz von selbst zu der Forderung nach einer wirtschaftlichen Innenraumbauweise. Die hieraus erwachsende Aufgabe gab den Anlaß zu der Entwicklung eines neuzeitlichen, besonders raumsparenden Expansionsschalters in Säulenbauform mit zwei angebauten Trennarmen (Abb. 1)[1]). Bei diesem Schalter übernehmen die mit dem Leistungsschalter gekuppelten Trennarme a_1 und a_2 gleichzeitig die Aufgabe der bisher üblichen Trennschalter. Anlagen mit solchen Schaltern können, wie mehrfach genau durchgeführte Vergleichsrechnungen an Hand ausgeführter Beispiele einwandfrei erwiesen haben, fast zum Preise einer Freiluftschaltanlage gebaut werden.

[1]) ETZ 56 (1935) S. 704; 57 (1936) S. 766, 966 u. 1321.



a_1, a_2	Trennarme	h	Druckluftantrieb
b	Lufttrennstrecke	i	Verbindungsbolzen
c_1, c_2	Gegenkontakte	k	Stützerstromwandler
d	Traverse	l	Gegenkontakt
e_1, e_2	Stützer	m_1, m_2	Vielfachstecker
f	Getriebekopf	n	Arm
g	Fahrgestell	o	Druckluftleitung

Abb. 1. Expansionsschalter Reihe 100 in Säulenbauform mit zwei angebauten Trennarmen, daneben Stromwandler.

Diese Tatsache findet ihre Erklärung in dem Fortfall der sonst üblichen teuren Sammelschienentrennschalter und in der Einsparung an Werkstoffen, da bei dieser neuartigen Bauweise praktisch nur noch aktiv an der Schalthandlung beteiligte Werkstoffe in Frage kommen. Darüber hinaus wird aber auch durch den Fortfall der Sammelschienentrennschalter in nicht unerheblichem Maße an umbautem Raum gespart, da für den Aufbau der Schaltanlage selbst nur ein Geschoß benötigt wird.

Digitized by Google

Mit diesem neuartigen Schaltgerät wird aber gleichzeitig auch eine hochwertige Betriebs- und Bedienungssicherheit der Schaltanlage selbst erreicht. Infolge der zwangläufigen mechanischen Kupplung zwischen dem Leistungsschalter und den beiden angebauten Trennarmen a_1 und a_2 (Abb. 1) löst sich nämlich der Schalter bei jedem Ausschalten selbsttätig von der Sammelschienenspannung. Dieses zwangläufige Einfügen einer Lufttrennstrecke in den Leitungszug entlastet den Leistungsschalter elektrisch vollständig, so daß er nur während des Schaltvorganges elektrisch beansprucht wird. Hierdurch wird mit Sicherheit die Ausbildung von leitenden Kriechwegen über den offenen Leistungsschalter verhindert. Die Lufttrennstrecke b zwischen den Gegenkontakten c_1 und c_2 und den ausgeschalteten Trennarmen a_1 und a_2 ist den R.E.H.[2]) entsprechend ebenso groß bemessen wie bei Trennschaltern. Die beiden Trennarme a_1 und a_2 lösen sich erst nach der Lastabschaltung durch den Leistungsschalter aus ihren Gegenkontakten c_1 und c_2. Der Schalter ist gewissermaßen in sich selbst verriegelt. Jeder Trennarm hat in Abhängigkeit von dem Leistungsschalter seinen eigenen Druckluftantrieb. Des weiteren ist durch eine entsprechende Überwachung der Steuerstromkreise das gleichzeitige Einlegen beider Trennarme oder das Zuschalten des zweiten Trennarmes a_2 nur dann möglich, wenn der bei Doppelsammelschienen üblicherweise vorhandene Kuppelschalter geschlossen ist, d. h. wenn die Sammelschienensysteme synchron laufen. Die Möglichkeit eines Fehlschaltens bei Sammelschienen-Systemwechsel mit den sonst üblichen Trennschaltern ist also hier ausgeschlossen. Bei der Ausbildung der Gegenkontakte c_1 und c_2, die von den Stützern e_1 und e_2 auf der gemeinsamen Traverse d getragen werden, ist Rücksicht auf unvermeidliche Lagenänderungen des Schalters, z. B. bei Gebäudesenkung, und auf die Ungenauigkeiten beim Einfahren des Schalters genommen. Die mechanischen Antriebsteile des Schalters liegen zum Teil in dem Getriebekopf f, zum Teil in dem Fahrgestell g, das auch die Ausschaltfedern zum Ausschalten des Schalters enthält. Am Fahrgestell angebaut sind die beiden Druckluftantriebe h zum Einschalten des Schalters und die Steuerblocks, in welchen auch die Meldeschalter, Klemmleisten und die Bowdenzüge für die Notauslösung enthalten sind.

Obgleich die von den Sammelschienen her unter Spannung stehenden Gegenkontakte c_1 bzw. c_2 des Schalters zum mindesten den verbandsmäßigen Abstand spannungführender Leitungen vom Fußboden haben, wird der Schalter für Überholungsarbeiten grundsätzlich aus seinem Feld herausgefahren, damit eine mögliche Spannungsgefährdung des Betriebspersonals beim Arbeiten im Feld auf jeden Fall ausgeschlossen ist. Zu diesem Zweck wird der Schalter mit der abgehenden Hochspannungsleitung durch einen Bolzen i verbunden, der am unteren Schalterflansch sitzt. Dieser Bolzen trägt wiederum einen Druckkontakt zur Herstellung der Verbindung mit dem Gegenkontakt l am Stützer oder Stützerstromwandler k. Die Steuer-, Meß- und Signalleitungen werden über zwei Vielfachstecker m_1 und m_2 angeschlossen, welche vorn am Arm n des Fahrgestelles angebracht sind, der auch die Bowdenzüge und die Druckluftleitungen o trägt. Durch diese Maßnahmen können somit die Hilfsstecker, Bowdenzüge und Druckluftleitungen von außen geöffnet bzw. abgetrennt werden, ohne daß man das von den Sammelschienen oder Freileitungen her unter Spannung bleibende Feld betreten muß. Nach dem Herausfahren des Schalters wird der vorerwähnte Arm n hochgeklappt, damit er während des Schaltertransportes nicht im Wege ist.

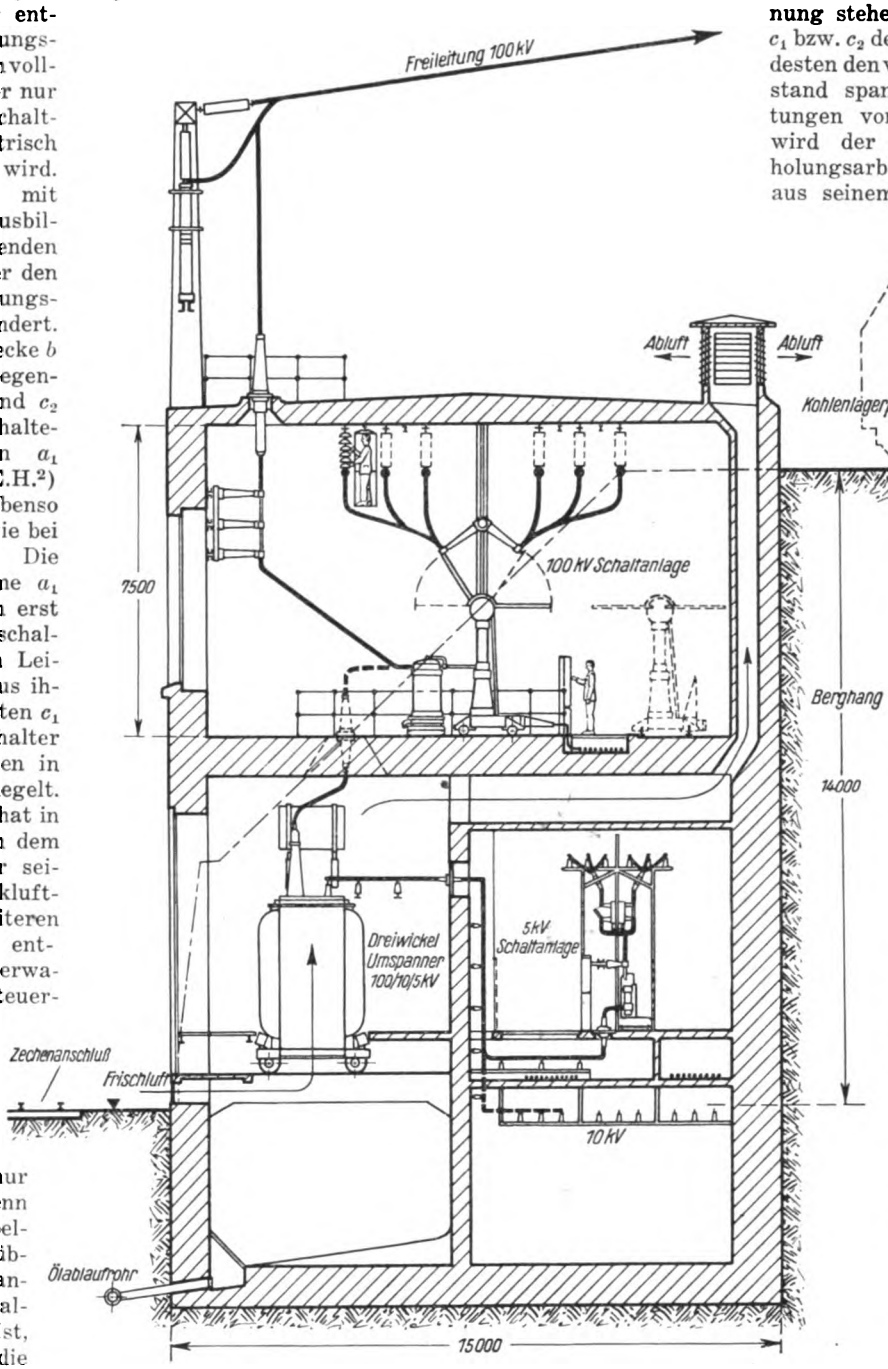


Abb. 2. 100 kV-Schaltanlage mit Expansionsschalter Reihe 100 in Säulenbauform mit zwei angebauten Trennarmen.

Abb. 2 zeigt den Anschluß eines größeren Industriebetriebes an ein 100 kV-Großversorgungsnetz. Abgesehen von der Verschmutzungsgefahr durch Kohlenstaub usw. liegen hier die Raumverhältnisse für die Entwicklung einer Freiluftschaltanlage denkbar ungünstig. Das Baugelände

[2]) VDE 0670/1929; ETZ 53 (1932) S. 490 u. 756.

Digitized by Google

für die Maschinen- und Schaltanlage mußte nämlich erst durch teilweises Abtragen eines Berghanges gewonnen werden, was mit verhältnismäßig hohen Unkosten verknüpft war. Daher kam für die 100 kV-Anschlußanlage nur eine Ausführung mit einem Mindestaufwand an Grundfläche und umbautem Raum in Frage. Der Berghang wurde nur so weit abgetragen, daß das Schalthaus zwischen dem vorhandenen Anschlußgleis des Werkes und dem etwa 14 m höher liegenden Kohlenlager Platz fand. Im Erdgeschoß stehen in der einen Hälfte, durch feuersichere Boxen voneinander getrennt, die Dreiwickelumspanner, auf welche die Generatoren unmittelbar arbeiten; in der anderen Hälfte befindet sich die 5 kV-Schaltanlage für den Kraftwerkseigenbedarf und den eigentlichen Werksbetrieb. Im Obergeschoß ist die gesamte 100 kV-Schaltanlage untergebracht. Die Freileitungen werden an den in der Hausfront eingefügten Portalen, die gleichzeitig auch zur Aufnahme der Überspannungs-Schutzeinrichtungen dienen, abgespannt und durch je drei im Schalthausdach eingebaute Freiluftdurchführungen der Schaltanlage zugeführt.

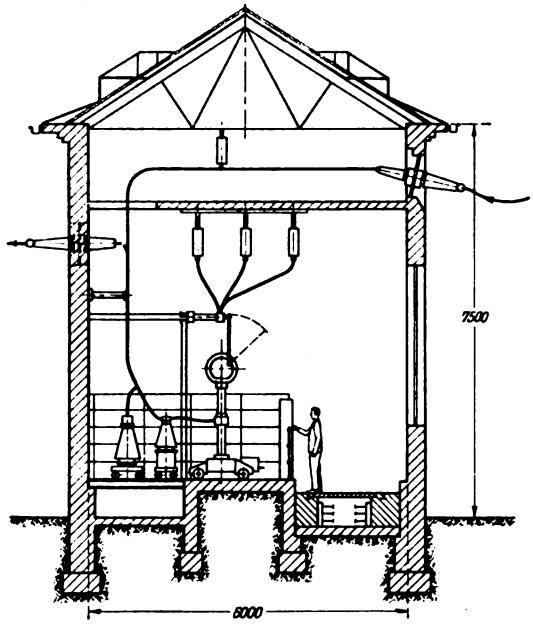


Abb. 3. 50 kV-Schaltanlage mit Expansionsschalter Reihe 60 in Säulenbauform mit einem angebauten Trennarm.

Der einfache, übersichtliche und werkstoffsparende Aufbau der 100 kV-Anlage in einem einzigen Geschoß ist ohne Zwischenwände vollkommen offen ausgeführt. Im Vergleich zu einer Freiluftanlage ist der Eisenaufwand außerordentlich gering. Außer den üblichen Befestigungseisen und Fahrschienen für die Schaltgeräte werden lediglich die Säulen für die die Gegenkontakte des Schalters tragenden Quertraversen benötigt. Die Säulen sind entsprechend der Feldteilung in Abständen von je 5,5 m angeordnet. Außer den Hängeketten, die an der Decke befestigt sind und die Sammelschienen tragen, werden keine weiteren Isolatoren zum Abstützen der verhältnismäßig kurzen Verbindungsleitungen benötigt, womit die Möglichkeit von Störungen erheblich vermindert ist, da bekanntlich jeder Isolator eine mögliche Fehlerquelle darstellt. Hinter dem Expansionsschalter sitzen die zu einem Gerät vereinigten Stützer-Strom- und Spannungswandler. Die einzelnen Abzweige sind durch Rohrgeländer gegeneinander abgeschlossen. Vor dem vorderen Abschlußgeländer, und zwar bündig mit diesem, stehen die Schalt- und Relaisschränke der einzelnen Abzweige. Sie enthalten die Steuerventile für die Betätigung der Trenn- und Leistungsschalter und die Relais für den Leitungsschutz.

Die Leistungsschalter und Freileitungstrennschalter werden mit Druckluft betätigt. Gesteuert werden alle Schalter von einer Warte am Kopfende des Schalthauses, dem Bindeglied zwischen diesem und dem Maschinenhaus, das sich rechtwinklig an die Warte anschließt. Das Verfahren der Expansionsschalter erfolgt ohne besonderen Transportwagen, auf eigenen Rädern, die schwenkbar eingerichtet sind. Zum Reinigen und Prüfen der Sammelschienen dient ein kleiner, an einer Laufkatze hängender Montagekorb, der zwischen den einzelnen spannungsfreien Sammelschienen fahren kann. Hervorgehoben sei noch die Kabelersparnis, die durch die blanke Leitungsverbindung zwischen den Umspannern und den beiden Schaltanlagen erreicht wird. Das wesentlich kleinere Gewicht des Expansionsschalters gegenüber dem schweren Ölschalter der gleichen Spannungsreihe erlaubt es, eine solche Anlage ohne Bedenken auch in höheren Stockwerken unterzubringen, ohne daß die hierfür erforderlichen Bauausführungen der Deckenträger usw. unerwünscht schwer ausfallen. Der verhältnismäßig kleine Raum, den diese neuartige Bauweise erfordert, ermöglicht auch eine leichte Eingliederung der Schaltanlage in den Gesamtgebäudeblock des betreffenden Werkes.

Abb. 3 zeigt die 50 kV-Schaltanlage eines Umspannwerkes 50/10 kV[3]) für den Anschluß eines Überlandnetzes der öffentlichen Stromversorgung an ein 50 kV-Großversorgungsnetz in Mitteldeutschland. Während für den 10 kV-Teil des Umspannwerkes selbstverständlich nur Innenraumausführung in Frage kam, waren die Meinungen hinsichtlich der Ausführung des 50 kV-Teiles anfangs geteilt. Gegen Freiluftausführung sprachen zumal die wegen der Nähe einer Flußniederung häufig auftretenden Nebel in Verbindung mit starken Staubablagerungen, hervorgerufen durch eine auf der anderen Seite des Flußufers liegende Zementfabrik. Die dann als Innenraumausführung erstellte Anlage weist ebenfalls einen übersichtlichen Hallenaufbau auf, jedoch mit Einfachsammelschienen.

Zusammenfassung.

Die Doppel- oder Eintrennarm-Expansionsschalter in Säulenbauform gestatten nicht nur in besonders gelagerten, sondern auch in üblichen Fällen, neuzeitliche, betriebstechnisch und wirtschaftlich hochwertige Innenraum-Schaltanlagen zu bauen. Besonders geeignet ist diese Bauweise für den Einbau von Schaltanlagen in vorhandene Räume, wo oftmals die für den Einbau einer Schaltanlage mit besonderen Sammelschienen-Trennschalter erforderliche Raumhöhe fehlt.

[3]) Siemens-Z. 17 (1937) S. 1.

Tonaufzeichnung auf ein magnetisches Band.

621. 396. 625. 3

C. N. Hickman bespricht die Verfahren der Längs- und Quermagnetisierung[1]). Während die Längsmagnetisierung mit Rücksicht auf eine ausreichende Wiedergabe der höheren Frequenzen eine Geschwindigkeit des Tonträgers (Stahldraht oder Stahlband) von etwa 1 bis 2 m/s erfordert, ist nach Angabe des Verfassers bei der von ihm benutzten Quermagnetisierung für eine Wiedergabe der Frequenzen bis 8000 Hz nur eine Geschwindigkeit von 40 cm/s erforderlich; für viele Fälle in der Praxis reicht sogar eine Geschwindigkeit von 20 cm/s aus. Die durch die Verwendung der Quermagnetisierung gegenüber der Längsmagnetisierung bedingte Güteminderung[2]) soll durch die praktischen Vorteile dieses Verfahrens (z. B. größere Aufnahmedauer bei gleicher Stahlbandlänge, größere Betriebssicherheit usw.) ausgeglichen sein. *Jst.*

[1]) C. N. Hickman, Bell. Syst. techn. J. 16 (1937) S. 165; 12 S., 10 Abb.

[2]) E. Hormann, Elektr. Nachr.-Techn. 9 (1932) S. 388.

Digitized by Google

Zusammensetzung der Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen beliebiger Kurvenform und neue Leistungsdefinitionen für unsymmetrische Mehrphasenströme beliebiger Kurvenform.

Von W. Quade, Karlsruhe.

(Schluß von S. 1316.)

621. 3. 012 : 538. 551. 42/.3

A. Leistungsausdrücke für das Dreiphasensystem in Sternspannungen und Sternströmen.

$$N_w = \mathfrak{U}_1 \mathfrak{J}_1 + \mathfrak{U}_2 \mathfrak{J}_2 + \mathfrak{U}_3 \mathfrak{J}_3, \tag{4}$$

$$\mathfrak{N}_b = (\mathfrak{U}_1 \times \mathfrak{J}_1) + (\mathfrak{U}_2 \times \mathfrak{J}_2) + (\mathfrak{U}_3 \times \mathfrak{J}_3). \tag{5}$$

Die Blindleistung verschwindet, wenn die Ströme mit den entsprechenden Spannungen in Phase sind. Sie kann aber auch verschwinden, ohne daß dies der Fall ist. Der Leistungsfaktor ist dann und nur dann 1, wenn die Blindleistung verschwindet.

Die angegebenen Formeln gelten sowohl für Systeme mit als auch für Systeme ohne Nulleiter.

B. Leistungsausdrücke in Sternströmen und Dreieckspannungen.

Aus den Gl. (4) und (5) folgen für das Dreiphasensystem ohne Nulleiter die Formeln

$$N_w = \mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_2 + \mathfrak{U}_{13} \mathfrak{J}_3, \tag{4'}$$

$$\mathfrak{N}_b = (\mathfrak{U}_{12} \times \mathfrak{J}_2) + (\mathfrak{U}_{13} \times \mathfrak{J}_3) \tag{5'}$$

sowie weitere Ausdrücke, die durch zyklische Vertauschung der Indizes aus diesen hervorgehen.

C. Leistungsausdrücke in Dreieckspannungen und Dreieckströmen.

$$N_w = \mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_{12} + \mathfrak{U}_{23} \mathfrak{J}_{23} + \mathfrak{U}_{31} \mathfrak{J}_{31}, \tag{4''}$$

$$\mathfrak{N}_b = (\mathfrak{U}_{12} \times \mathfrak{J}_{12}) + (\mathfrak{U}_{23} \times \mathfrak{J}_{23}) + (\mathfrak{U}_{31} \times \mathfrak{J}_{31}). \tag{5''}$$

Damit sind die Begriffe Wirk-, Blind- und Scheinleistung auf beliebige unsymmetrische Dreiphasensysteme verallgemeinert.

Die nach den neuen Definitionen für das Dreiphasensystem ohne Nulleiter erklärte Scheinleistung findet man nach den Gl. (3), (4') und (5') zu

$$N_s^2 = \mathfrak{U}_{12}^2 \mathfrak{J}_2^2 + \mathfrak{U}_{13}^2 \mathfrak{J}_3^2 + 2 (\mathfrak{U}_{12} \times \mathfrak{U}_{13}) (\mathfrak{J}_2 \times \mathfrak{J}_3) + 2 (\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{U}_{13}) (\mathfrak{J}_2 \mathfrak{J}_3). \tag{3'}$$

Aus dieser Darstellung erkennt man unmittelbar, daß dieser Ausdruck bei Sinusspannungen und Sinusströmen in den von F. Emde[14]) angegebenen übergeht. Die Scheinleistung wird nämlich in diesem Fall

$$N_s^2 = U_{12}^2 I_2^2 + U_{13}^2 I_3^2 - U_{12} U_{13} I_2 I_3 \cos(\varphi_1 + \psi_1). \tag{3''}$$

φ_1 ist der Winkel, um den man $\mathfrak{U}_{12}$ in positivem Sinne drehen muß, damit $\mathfrak{U}_{12}$ in die Richtung von $\mathfrak{U}_{13}$ kommt. Entsprechend ist ψ_1 der Winkel, um den man $\mathfrak{J}_3$ drehen muß, bis $\mathfrak{J}_3$ in die Richtung von $-\mathfrak{J}_2$ fällt. Der Ausdruck (3') kann somit als Verallgemeinerung von (3'') angesehen werden.

Selbstverständlich erhält man, wenn das Dreiphasensystem nur einphasig belastet wird, aus den Gl. (3), (4) und (5) die oben für das Einphasensystem aufgestellten Werte der verschiedenen Leistungen.

[14]) Elektrotechn. u. Masch.-Bau 45 (1921) S. 545.

Der Wert der Scheinleistung ist von der Zuordnung der Ströme zu den einzelnen Spannungen abhängig. Unsymmetrie der Belastung ist ohne Einfluß auf den Wert des Leistungsfaktors $N_w : N_s$. Der Leistungsfaktor steht damit im Gegensatz zu dem später definierten Rechtfaktor.

Während die Wirkleistung nach bekannten Verfahren unmittelbar meßbar ist, ist dies bei der Blind- und bei der Scheinleistung nicht der Fall. Diese Leistungen sind nur mittelbar meßbar.

Bei Sinusspannungen und Sinusströmen sind zur Bestimmung der Scheinleistung beim unsymmetrischen Dreiphasensystem sechs Messungen erforderlich [vgl. (3'')], z. B. die Messung der Effektivwerte der drei Dreieckspannungen und der Effektivwerte der drei Sternströme. Für die Blindleistung sind ebensoviele Messungen erforderlich. Man bestimmt sie entweder mittelbar aus $N_b = \sqrt{N_s^2 - N_w^2}$ oder unmittelbar aus

$$N_b^2 = \mathfrak{U}_{12}^2 \mathfrak{J}_2^2 - (\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_2)^2 + \mathfrak{U}_{13}^2 \mathfrak{J}_3^2 - (\mathfrak{U}_{13} \mathfrak{J}_3)^2 - 2 (\mathfrak{U}_{12} \times \mathfrak{J}_2) (\mathfrak{U}_{13} \times \mathfrak{J}_3).$$

Für Spannungen und Ströme beliebiger Kurvenform sind beim unsymmetrischen Dreiphasensystem ohne Nulleiter zur Bestimmung der Blind- oder Scheinleistung zehn Messungen erforderlich, denn diese Leistungen sind gegeben durch

$$N_b^2 = \mathfrak{U}_{12}^2 \mathfrak{J}_2^2 - (\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_2)^2 + \mathfrak{U}_{13}^2 \mathfrak{J}_3^2 - (\mathfrak{U}_{13} \mathfrak{J}_3)^2 + 2 (\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{U}_{13}) (\mathfrak{J}_2 \mathfrak{J}_3) - 2 (\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_3) (\mathfrak{U}_{13} \mathfrak{J}_2) \tag{6}$$

$$N_s^2 = \mathfrak{U}_{12}^2 \mathfrak{J}_2^2 + \mathfrak{U}_{13}^2 \mathfrak{J}_3^2 + 2 (\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{U}_{13}) (\mathfrak{J}_2 \mathfrak{J}_3) + 2 (\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_2) (\mathfrak{U}_{13} \mathfrak{J}_3) - 2 (\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_3) (\mathfrak{U}_{13} \mathfrak{J}_2). \tag{7}$$

In beiden Ausdrücken treten alle Produkte auf, die sich aus den vier Vektoren $\mathfrak{U}_{12}$, $\mathfrak{U}_{13}$, $\mathfrak{J}_2$, $\mathfrak{J}_3$ bilden lassen. Das sind insgesamt $\frac{4 \cdot 5}{2} = 10$. Es sind daher im allgemeinen folgende Messungen vorzunehmen:

$$\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_2 = \frac{1}{T} \int_0^T u_{12} i_2 \, dt, \quad \mathfrak{U}_{13} \mathfrak{J}_3 = \frac{1}{T} \int_0^T u_{13} i_3 \, dt,$$

$$\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{J}_3 = \frac{1}{T} \int_0^T u_{12} i_3 \, dt, \quad \mathfrak{U}_{13} \mathfrak{J}_2 = \frac{1}{T} \int_0^T u_{13} i_2 \, dt,$$

$$\mathfrak{U}_{12} \mathfrak{U}_{13} = \frac{1}{T} \int_0^T u_{12} u_{13} \, dt, \quad \mathfrak{J}_2 \mathfrak{J}_3 = \frac{1}{T} \int_0^T i_2 i_3 \, dt,$$

$$\mathfrak{U}_{12}^2 = U_{12}^2, \quad \mathfrak{U}_{13}^2 = U_{13}^2, \quad \mathfrak{J}_2^2 = I_2^2, \quad \mathfrak{J}_3^2 = I_3^2.$$

Auf Grund dieser zehn Messungen lassen sich Blind- und Scheinleistung ohne Kenntnis der Kurvenform oder der Fourier-Zerlegung der Spannungen und der Ströme nach den Gl. (6) und (7) berechnen.

Wenn die eben aufgestellten Definitionen auf Scheinleistungsausdrücke führen, die beim unsymmetrischen Dreiphasensystem im Gegensatz

Digitized by Google

zum Einphasensystem oder symmetrischen Dreiphasensystem eine wenig geeignete Unterlage für die Bemessung eines Generators oder eines Transformators abgeben, so ist dabei zu beachten, daß auch beim Einphasensystem oder beim symmetrischen Mehrphasensystem die Scheinleistung nur eine rohe Annäherung für den ersten Entwurf des Generators oder Transformators abgibt. Eine den Elektromaschinenbauer befriedigende Definition der Scheinleistung hängt von Umständen ab, die außerhalb des Begriffsgebietes der Leistung liegen, nämlich von der Temperaturverteilung in den verschiedenen Strängen der Wicklung bei ungleichmäßiger Belastung, insbesondere dem Wärmeaustausch zwischen den höher belasteten Strängen und den niedriger belasteten. Da es aber nicht möglich ist, diese für den Elektromaschinenbauer maßgebenden Verhältnisse in exakter Weise in einer Definition zu berücksichtigen, ist es auch nicht angebracht, in der Frage der Leistungsdefinitionen den zu einfachen Definitionen führenden streng systematischen Standpunkt zu verlassen. Es sei hier nochmals betont, daß die auf Grund dieses Standpunktes gewonnenen Definitionen Verallgemeinerungen sind, die in natürlicher Weise aus den Definitionen des Einphasensystems folgen.

In vielen Fällen wird es für praktische Zwecke überhaupt nicht nötig sein, die Scheinleistung zu kennen, und man kann daher meist auf die Bestimmung der (mit Hilfe eines geeigneten Dynamometers) meßbaren Größen

$$\frac{1}{T}\int_0^T u_{12}\,u_{13}\,dt = \mathfrak{U}_{12}\,\mathfrak{U}_{13} \text{ und } \frac{1}{T}\int_0^T i_2\,i_3\,dt = \mathfrak{J}_2\,\mathfrak{J}_3$$

verzichten. Für praktische Zwecke wird man sich im allgemeinen mit der Bestimmung der gleich zu besprechenden Rechtleistung begnügen, zumal diese in wirtschaftlicher Hinsicht eine größere Bedeutung als die Scheinleistung besitzt und auch leichter zu messen ist.

Aus Gl. (3′) folgt eine geometrische Konstruktion der Scheinleistung, die ich einer freundlichen Mitteilung von Herrn Prof. Emde verdanke. Diese Konstruktion ist eine Verallgemeinerung der schon früher ebenfalls von Herrn Prof. Emde für Sinusform angegebenen[15]). Nach Gl. (3′) ist nämlich

$$N_s^2 = N_{s_1}^2 + N_{s_2}^2 + 2\,(\mathfrak{U}_{12}\,\mathfrak{U}_{13})\,(\mathfrak{J}_2\,\mathfrak{J}_3) + 2\,(\mathfrak{U}_{12}\times\mathfrak{U}_{13})\,(\mathfrak{J}_2\times\mathfrak{J}_3).$$

Führt man die eben erklärten Winkel φ_1 und ψ_1 ein, so kann man die rechte Seite in die Form

$$N_{s_1}^2 + N_{s_2}^2 - 2\,N_{s_1}N_{s_2}(\cos\varphi_1\cos\psi_1 - \sin\varphi_1\sin\psi_1\cos\alpha_1)$$

setzen. Nach dem Kosinussatz der sphärischen Trigonometrie ist der Klammerausdruck gleich dem Kosinus der Seite χ_1 des sphärischen Dreiecks mit den Seiten φ_1, χ_1 und ψ_1, bei dem α_1 der Winkel ist, um den man ψ_1 im positiven Sinne drehen muß, bis es in die Richtung von φ_1 kommt. Somit können wir schreiben

$$N_s^2 = N_{s_1}^2 + N_{s_2}^2 - 2\,N_{s_1}N_{s_2}\cos\chi_1,$$

und wir haben eine ähnliche Formel wie bei Sinusform, nur muß hier an Stelle des Winkels $\varphi_1 + \psi_1$ der Winkel χ_1 genommen werden. Aus dieser Formel liest man sofort ab, daß die Scheinleistung immer zwischen den Grenzen $N_{s_1} + N_{s_2}$ und $|N_{s_1} - N_{s_2}|$ liegt. Den $\cos\chi_1$ kann man unmittelbar aus meßbaren Größen berechnen, denn es gilt

$$N_{s_1}N_{s_2}\cos\chi_1 = (\mathfrak{U}_{12}\,\mathfrak{J}_3)\,(\mathfrak{U}_{13}\,\mathfrak{J}_2) - (\mathfrak{U}_{12}\,\mathfrak{J}_2)\,(\mathfrak{U}_{13}\,\mathfrak{J}_3) - (\mathfrak{U}_{12}\,\mathfrak{U}_{13})\,(\mathfrak{J}_2\,\mathfrak{J}_3).$$

Um danach die Scheinleistung zu konstruieren, hat man auf dem einen Schenkel des Winkels χ_1 (bei Sinusform $\varphi_1 + \psi_1$) N_{s_1} abzutragen, auf dem anderen N_{s_2}. Die Länge der Verbindungslinie der so erhaltenen Endpunkte ist gleich der Scheinleistung N_s.

[15]) Siehe Fußnote 14.

Bezeichnen wir für den Augenblick die Scheinleistung bei Sinusform mit $\overline{N}_s$, und nehmen wir an, daß die Effektivwerte der Dreieckspannungen und der Sternströme bei beliebiger Kurvenform dieselben sind wie bei Sinusform, dann gilt

$$\overline{N}_s^2 - N_s^2 = 4\,N_{s_1}N_{s_2}\sin\varphi_1\sin\psi_1\sin^2\frac{\alpha_1}{2}.$$

Daraus folgt, daß bei gleichem Vorzeichen von φ_1 und ψ_1, d. h. bei gleicher Phasenfolge von Spannungs- und Stromstern, stets

$$\overline{N}_s \geqq N_s.$$

Die Gleichheit tritt im allgemeinen nur für $\alpha_1 = 0$ ein. Die Scheinleistung ist also unter den angegebenen Voraussetzungen bei beliebiger Kurvenform im allgemeinen kleiner als bei Sinusform.

Die Scheinleistung kann man als eine obere Grenze für die Wirkleistung ansehen. Diese obere Grenze wird erreicht, d. h. die Wirkleistung ist gleich der Scheinleistung, wenn Spannungen und Ströme so beschaffen sind, daß die resultierende Blindleistung Null ist.

Außer der Scheinleistung gibt es noch einige andere obere Grenzen für die Wirkleistung, denen praktische Bedeutung für das Dreiphasensystem zukommt. Von diesen sollen im folgenden die Rechtleistung und die Bauleistung näher betrachtet werden.

Die Rechtleistung[16]) ist erklärt durch

$$N_r = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2}\,\sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}, \qquad (8a)$$

$$N_r = \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2}\,\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}. \qquad (8b)$$

Gl. (8a) gilt für Dreiphasensysteme mit Nulleiter, Gl. (8b) für Systeme ohne Nulleiter. Die durch die Rechtleistung erklärte obere Grenze für die Wirkleistung hängt nur von den Effektivwerten der Ströme und der Spannungen ab, insbesondere ist ihr Wert unabhängig von der Zuordnung der Ströme zu den Spannungen. Es ist stets $N_w| \leqq N_s \leqq N_r$. Beim System mit Nulleiter erreicht die Wirkleistung den Wert der Rechtleistung, wenn

$$i_0 = 0 \text{ und } i_\nu(t) = c\,u_\nu(t) \quad (\nu = 1, 2, 3)$$

ist, d. h. wenn der Strom im Nulleiter Null ist, die Strangströme mit den Strangspannungen in Phase sind und $I_1 : I_2 : I_3 = U_1 : U_2 : U_3$ ist. Beim System ohne Nulleiter, wenn

$$i_\nu(t) = c\,u'_\nu(t) \quad (\nu = 1, 2, 3),$$

d. h. wenn die Strangströme i_ν mit den fiktiven Strangspannungen u'_ν in Phase sind und $I_1 : I_2 : I_3 = U'_1 : U'_2 : U'_3$. Die fiktiven Strangspannungen berechnen sich dabei aus den Dreieckspannungen $u_{12}(t)$, $u_{23}(t)$, $u_{31}(t)$ nach:

$$u'_1 = \frac{1}{3}(u_{31} - u_{12})$$

$$u'_2 = \frac{1}{3}(u_{12} - u_{23})$$

$$u'_3 = \frac{1}{3}(u_{23} - u_{31}).$$

Im Gegensatz zur Scheinleistung macht sich bei der Rechtleistung der Einfluß der Unsymmetrie der Belastung geltend. Man kann sie als Scheinleistung eines äquivalenten symmetrischen Dreiphasensystems deuten. Dabei ist beim System ohne Nulleiter der symmetrische Sternstrom durch

$$I_{sy} = \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2}$$

[16]) Diesen Leistungsausdruck hat zum erstenmal Franz Buchholz aufgestellt [Elektro-J. 1 (1921) September-Heft, S. 15]. Der hier für diese Leistung neu eingeführte Name geht auf einen Vorschlag von Herrn Prof. F. Emde zurück.

Digitized by Google

gegeben, und die symmetrische Dreieckspannung durch

$$U_{sy} = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2}.$$

Beim System mit Nulleiter ist der symmetrische Sternstrom

$$I_{sy} = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + I_3^2},$$

und die symmetrische Sternspannung

$$U_{sy} = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2}.$$

Der Faktor $\frac{N_r}{|N_w|}$, der den Namen Rechtfaktor[17]) erhalten soll, liegt niemals unter 1.

Die Messung der Rechtleistung geht unmittelbar aus ihrer Definition hervor. Da man zu ihrer Bestimmung nur die Effektivwerte der Spannungen und Ströme braucht, kann man bei ihrer Messung ohne Leistungsmesser auskommen.

Eine weitere obere Grenze für die Wirkleistung ist die Bauleistung (Maschinenleistung). Sie ist sowohl für Systeme mit als auch für Systeme ohne Nulleiter erklärt durch

$$N_m = 3\, U_{\max} I_{\max}.$$

Dabei ist $U_{\max}$ die größte der Sternspannungen und $I_{\max}$ der größte der Sternströme. Ein entsprechend dieser Leistung konstruierter unsymmetrisch belasteter Generator oder Transformator wird sicherlich zu reichlich bemessen sein.

Die Wirkleistung erreicht die Bauleistung, wenn die Effektivwerte der Sternspannungen und der Sternströme jeweils untereinander gleich sind, und die Sternströme mit den Sternspannungen in Phase sind. Beim Dreiphasensystem ohne Nulleiter ist stets $|N_w| \leqq N_s \leqq N_r \leqq N_m$, dagegen kann beim Dreiphasensystem mit Nulleiter N_r größer als N_m sein.

Der Faktor $\frac{N_m}{|N_w|}$, der niemals unter 1 liegt, soll den Namen Baufaktor erhalten.

Die Messung der Bauleistung geht unmittelbar aus ihrer Definition hervor.

Beispiele.

1. Dreiphasensystem mit symmetrischen Sinusspannungen.

Spannungen:

$$u_1 = 100 \sqrt{\frac{2}{3}} \sin \omega t,$$

$$u_2 = -50 \sqrt{\frac{2}{3}} \sin \omega t + 50 \sqrt{2} \cos \omega t,$$

$$u_3 = -50 \sqrt{\frac{2}{3}} \sin \omega t - 50 \sqrt{2} \cos \omega t;$$

$$u_{32} = u_2 - u_3 = 100 \sqrt{2} \cos \omega t.$$

Spannungsvektoren:

$$\mathfrak{U}_1 = \frac{100}{\sqrt{3}} \mathfrak{i}, \quad \mathfrak{U}_2 = -\frac{50}{\sqrt{3}} \mathfrak{i} + 50 \mathfrak{j}, \quad \mathfrak{U}_3 = -\frac{50}{\sqrt{3}} \mathfrak{i} - 50 \mathfrak{j};$$

$$\mathfrak{U}_{32} = \mathfrak{U}_2 - \mathfrak{U}_3 = 100 \mathfrak{j}.$$

a) Einphasige Sinuslast (zweidimensionale Vektoren, Glühlampen).

Ströme:

$$i_1 = 0, \quad i_2 = -i_3 = 10 \sqrt{2} \cos \omega t,$$

Stromvektoren:

$$\mathfrak{J}_1 = 0, \quad \mathfrak{J}_2 = -\mathfrak{J}_3 = 10 \mathfrak{j}.$$

Leistungen:

$$N_w = 1000 \text{ W}, \quad N_b = 0 \text{ W}, \quad N_s = 1000 \text{ W}.$$

$$N_r = 1414 \text{ W}, \quad (I_{sy} = 8{,}165 \text{ A}), \quad N_m = 1732 \text{ W}.$$

$$\frac{N_w}{N_s} = 1, \quad \frac{N_r}{N_w} = 1{,}414, \quad \frac{N_m}{N_w} = 1{,}732.$$

b) Einphasige Nichtsinuslast (dreidimensionale Vektoren, Lichtbogen).

Ströme:

$$i_1 = 0, \quad i_2 = -i_3 = 10 \sqrt{2} \cos \omega t + 5 \sqrt{2} \cos 3 \omega t.$$

Stromvektoren:

$$\mathfrak{J}_1 = 0, \quad \mathfrak{J}_2 = -\mathfrak{J}_3 = 10 \mathfrak{j} + 5 \mathfrak{k}.$$

Leistungen:

$$N_w = 1000 \text{ W}, \quad \mathfrak{N}_b = \mathfrak{U}_{23} \times \mathfrak{J}_3 = 500 \mathfrak{i},$$

$$N_b = 500 \text{ W}, \quad N_s = 1118 \text{ W}.$$

$$N_r = 1581 \text{ W}, \quad (I_{sy} = 9{,}129 \text{ A}), \quad N_m = 2739 \text{ W},$$

$$\frac{N_w}{N_s} = 0{,}8944, \quad \frac{N_b}{N_s} = 0{,}4472, \quad \frac{N_r}{N_w} = 1{,}581, \quad \frac{N_m}{N_w} = 2{,}739.$$

c) Beliebige unsymmetrische Sinuslast (zweidimensionale Vektoren).

Ströme:

$$i_1 = 10 \sqrt{2} \sin \omega t, \quad i_2 = 10 \sqrt{2} \cos \omega t,$$

$$i_3 = -10 \sqrt{2} (\sin \omega t + \cos \omega t).$$

Stromvektoren:

$$\mathfrak{J}_1 = 10 \mathfrak{i}, \quad \mathfrak{J}_2 = 10 \mathfrak{j}, \quad \mathfrak{J}_3 = -10 \mathfrak{i} - 10 \mathfrak{j}.$$

Leistungen:

$$N_w = 1866 \text{ W}, \quad \mathfrak{N}_b = -500 \mathfrak{k},$$

$$N_b = 500 \text{ W}, \quad N_s = 1934 \text{ W}.$$

$$N_r = 2000 \text{ W}, \quad (I_{sy} = 11{,}62 \text{ A}), \quad N_m = 2450 \text{ W}.$$

$$N_w/N_s = 0{,}965, \quad N_b/N_s = 0{,}2587,$$

$$N_r/N_w = 1{,}072, \quad N_m/N_w = 1{,}313.$$

d) Beliebige unsymmetrische Nichtsinuslast (dreidimensionale Vektoren).

Ströme:

$$i_1 = 10 \sqrt{2} \sin \omega t + 5 \sqrt{2} \cos 3 \omega t,$$

$$i_2 = 10 \sqrt{2} \cos \omega t - 5 \sqrt{2} \cos 3 \omega t,$$

$$i_3 = -10 \sqrt{2} (\sin \omega t + \cos \omega t).$$

Stromvektoren:

$$\mathfrak{J}_1 = 10 \mathfrak{i} + 5 \mathfrak{k}, \quad \mathfrak{J}_2 = 10 \mathfrak{j} - 5 \mathfrak{k}, \quad \mathfrak{J}_3 = -10 \mathfrak{i} - 10 \mathfrak{j}.$$

Leistungen:

$$N_w = 1866 \text{ W}, \quad \mathfrak{N}_b = -250 \left(\mathfrak{i} + \sqrt{3} \mathfrak{j} + \frac{2}{\sqrt{3}} \mathfrak{k}\right),$$

$$N_b = 577 \text{ W}, \quad N_s = 1952 \text{ W}.$$

$$N_r = 2122 \text{ W}, \quad (I_{sy} = 12{,}25 \text{ A}), \quad N_m = 2450 \text{ W}.$$

$$N_w/N_s = 0{,}957, \quad N_b/N_s = 0{,}2945,$$

$$N_r/N_w = 1{,}137, \quad N_m/N_w = 1{,}313.$$

2. Unsymmetrisches Dreiphasensystem, beliebige Spannungen und beliebige Last (vierdimensionale Vektoren).

Spannungen:

$$u_{12} = 100 \sqrt{2} \sin \omega t,$$

$$u_{13} = 50 \sqrt{2} \sin \omega t + 100 \sqrt{\frac{3}{2}} \cos \omega t + 50 \sqrt{2} \sin 3 \omega t.$$

Ströme:

$$i_2 = 10 \sqrt{2} \sin \omega t - 10 \sqrt{2} \cos \omega t,$$

$$i_3 = 10 \sqrt{2} \cos \omega t + 10 \sqrt{2} \cos 3 \omega t.$$

Vektoren:

$$\mathfrak{U}_{12} = 100 \mathfrak{i}, \quad \mathfrak{U}_{13} = 50 \mathfrak{i} + 50 \sqrt{3} \mathfrak{j} + 50 \mathfrak{k}$$

$$\mathfrak{J}_2 = 10 \mathfrak{i} - 10 \mathfrak{j}, \quad \mathfrak{J}_3 = 10 \mathfrak{j} + 10 \mathfrak{k}.$$

[17]) Nach einem Vorschlag von Herrn Prof. F. Emde.

Digitized by Google

Zur Berechnung der verschiedenen Leistungen bildet man alle möglichen inneren Produkte aus den vier Vektoren $\mathfrak{U}_{12}$, $\mathfrak{U}_{13}$, $\mathfrak{I}_2$, $\mathfrak{I}_3$. Diese Produkte sind in der folgenden Tafel angeschrieben:

$$\begin{array}{llll} \mathfrak{U}_{12}^2, & \mathfrak{U}_{12}\mathfrak{U}_{13}, & \mathfrak{U}_{12}\mathfrak{I}_2, & \mathfrak{U}_{12}\mathfrak{I}_3, \\ & \mathfrak{U}_{13}^2, & \mathfrak{U}_{13}\mathfrak{I}_2, & \mathfrak{U}_{13}\mathfrak{I}_3, \\ & & \mathfrak{I}_2^2, & \mathfrak{I}_2\mathfrak{I}_3, \\ & & & \mathfrak{I}_3^2. \end{array}$$

Die Vektoren eingesetzt, erhält man die folgende Zahlentafel:

$$\begin{array}{llll} 10\,000, & 5\,000, & \boxed{1000}, & 0, \\ & 12\,500, & -366, & \boxed{866}, \\ & & 200, & -100, \\ & & & 200. \end{array}$$

Wirkleistung: $N_w = 1000 + 866 = 1866$ W.

Blind- und Scheinleistung [nach Gl. (6) und Gl. (7)]:

$$N_b = 1323 \text{ W}, \qquad N_s = 2287 \text{ W}.$$

Recht- und Bauleistung:

$$N_r = 2650 \text{ W}, \qquad N_m = 2830 \text{ W}.$$
$$I_{sy} = 14{,}14 \text{ A}, \qquad U_{sy} = 108 \text{ V}.$$

An diesem Beispiel ist bemerkenswert, daß die Effektivwerte der Sternströme untereinander gleich sind. Trotzdem wird man die Belastung nicht als symmetrisch ansprechen. Man kann also aus der Gleichheit der Effektivwerte der Sternströme nicht auf Symmetrie der Belastung schließen.

Weiter mag an diesem Beispiel erläutert werden, wie man ohne Kenntnis der Kurvenform oder der Fourierzerlegung der einzelnen Spannungen und Ströme die verschiedenen Leistungen durch Messung bestimmen kann. Dazu hat man zunächst die zehn Werte der oben angeschriebenen Tafel durch Messung zu bestimmen. Um welche Meßgrößen es sich dabei handelt, ist oben bei Besprechung der Messung der Scheinleistung auseinandergesetzt. Die Zahlenwerte in der von links oben nach rechts unten gehenden Hauptdiagonale sind die Quadrate der Effektivwerte von Spannungen und Strömen. Die anderen Zahlenwerte lassen sich unmittelbar am Leistungsmesser ablesen. Aus diesen zehn Werten bestimmt man mit Hilfe von Gl. (6) und Gl. (7) Blind- und Scheinleistung. Die Wirkleistung ist gleich der Summe der beiden umränderten Zahlenwerte.

Auch Recht- und Bauleistung können, wie aus ihrer Definition hervorgeht, ohne Kenntnis der Kurvenform oder der Fourierzerlegung bestimmt werden. Zu ihrer Bestimmung ist nur die Messung von Effektivwerten erforderlich.

Damit ist auf eine Eigenschaft der hier besprochenen Leistungen hingewiesen, durch welche sich diese Leistungen wesentlich von der Verzerrungsleistung unterscheiden. Die Verzerrungsleistung läßt sich ohne Kenntnis der entsprechenden Fourierzerlegungen nicht bestimmen.

An dem nächsten Beispiel soll gezeigt werden, wie man ohne Kenntnis der Kurvenform oder der Fourierzerlegung lediglich auf Grund der zehn Messungen der oben angeschriebenen Tafel Wirk-, Blind- und Scheinleistung bestimmen kann.

3. Bestimmung der Leistungen aus zehn Messungen bei unbekannter Kurvenform der Spannungen und der Ströme.

Die Zahlenwerte unserer Tafel seien gemessen zu

$$\begin{array}{llll} 10\,000, & -1000, & \boxed{300}, & -200, \\ & 10\,100, & -30, & \boxed{20}, \\ & & 25, & 10, \\ & & & 45. \end{array}$$

Die Wirkleistung ist danach

$$N_w = 300 + 20 = 320 \text{ W}.$$

Die Blindleistung folgt nach Gl. (6) aus

$$N_b^2 = 25 \cdot 10^4 - 9 \cdot 10^4 + 45{,}45 \cdot 10^4 - 400 - 2 \cdot 1000 \cdot 20 - 2 \cdot 200 \cdot 30 = 58{,}21 \cdot 10^4$$

zu

$$N_b = 763 \text{ W}.$$

Schließlich erhält man die Scheinleistung aus $N_s = \sqrt{N_w^2 + N_b^2}$ oder auch aus Gl. (7) zu

$$N_s = 820 \text{ W}.$$

Zusammenfassung.

Im Gegensatz zu den Wirkleistungen eines elektrischen Netzes, die bekanntlich algebraisch zu addieren sind, unterliegen sowohl die Blind- als auch die Scheinleistungen geometrischen Additionsgesetzen. Mit Hilfe dieser Gesetze werden erstmals Ausdrücke für Blind- und Scheinleistung des unsymmetrischen Dreiphasensystems mit Spannungen und Strömen beliebiger Kurvenform aufgestellt. Es zeigt sich dabei, daß zur Bestimmung der Blind- oder der Scheinleistung im allgemeinen zehn Leistungsmessungen durchzuführen sind. Die Kenntnis der Kurvenformen oder der Fourierzerlegungen der Spannungen und der Ströme ist zur Bestimmung dieser Leistungen nicht erforderlich. Recht- und Bauleistung sind immer größer oder mindestens gleich der Scheinleistung. Zur Bestimmung dieser Leistungen ist nur die Messung von Effektivwerten erforderlich.

Vorschlag einer Prüfvorschrift für Wirtschaftlichkeitsprüfungen elektrischer Haushaltbacköfen.

621. 365. 45. (083. 133.)

Der verwendete Versuchsbackofen konnte für Innen- und Außenheizung eingerichtet und mit verschiedenen Isolierungsarten versehen werden[1]). Die rechnerische Auswertung der zunächst durchgeführten Leerlaufmessungen zeigt, daß sich die für einen einfachen Körper geltenden Gesetze auch auf das Verhalten des leerlaufenden Backofens anwenden lassen. Da die Leerlaufmessung nicht ohne weiteres eine Vergleichsmöglichkeit in bezug auf den Betriebswirkungsgrad bietet, wird ein Meßverfahren gesucht, welches dies ermöglicht. Es muß dem häufigsten Betriebsfall entsprechen, eindeutig und wiederholbar sein. Dazu wird die Messung der Erwärmung eines Topfes mit Quarzsand vorgeschlagen und durchgeführt. Die mit verschiedenen Leistungen und Einschaltdauern durchgeführten Versuche ergeben eine von der Einschaltdauer fast unabhängige, für den einzelnen Backofen der aufgewendeten Energie proportionale Temperaturerhöhung des Sandkernes. Wenn man den Wirkungsgrad also als das Produkt aus dem Wasserwert des Topfes und Sandes mit der Temperaturerhöhung des Kernes im Verhältnis zu der aufgewendeten Energie definiert, ergibt sich ein innerhalb der beobachteten Grenzen von der aufgewendeten Energie unabhängiger Wirkungsgrad. Um aus den Leerlaufmessungen einen Rückschluß auf den Wirkungsgrad ziehen zu können, wird eine empirische Beziehung zwischen beiden abgeleitet und der Erwärmungsvorgang des belasteten Backofens unter Benutzung der aus dem Leerlaufversuch gefundenen Ofenkonstanten berechnet. Damit ist eine eindeutige Beziehung zwischen Leerlaufmessungen und Wirkungsgrad gefunden. Da die Untersuchungen eine Eindeutigkeit der Messungen ergeben haben, wird der Vorschlag zur Aufstellung einer Prüfbedingung für elektrische Haushaltbacköfen gemacht, bei der in einer einzigen Messung nur die Scheiteltemperatur des Sandkernes abhängig von der aufgewendeten Energie gemessen zu werden braucht. Von den bekannten Prüfvorschriften anderer Länder enthalten nur die holländischen genaue Wirtschaftlichkeitsforderungen. Sie sind in Werten der Leerlaufmessung aufgestellt und entsprechen umgerechnet etwa den Forderungen des Verfassers.

Tb.

[1]) Th. Dall, Dissertation T. H. Hannover 1937.

Digitized by Google

Vergleichende Untersuchungen an Stabantennen.

Von H. Röhl, Neuenrade.

621. 396. 671. 001. 4

Übersicht. Die Vielheit der heute auf dem Markt befindlichen Stabantennenformen für Rundfunkempfang macht es schwer, sich ein Urteil zu bilden und bei der Beschaffung die richtige Auswahl zu treffen. Hinzu kommt, daß viele Herstellerfirmen von falschen Vorstellungen über die Wirkungsweise der Antenne ausgehen, was nicht zuletzt darauf zurückzuführen ist, daß frühere Veröffentlichungen über die Antennenfrage nicht immer klare Darstellungen enthielten. Erst in letzter Zeit ist mit wissenschaftlicher Gründlichkeit und in anschaulicher Weise hierüber im Schrifttum[1]) berichtet worden. Die vorliegende Arbeit untersucht die elektrischen Güteverhältnisse verschiedener Stabantennenformen unter dem Gesichtspunkt einer möglichst metallsparenden wirtschaftlichen Bauweise.

In folgendem wird das Ergebnis einer vergleichenden Untersuchung an verschiedenen bekannten Stabantennen dargelegt, und zwar wurden gemessen die von den Antennen gelieferten, für den Empfänger verfügbaren Ausgangsspannungen am Abschirmkabel in Abhängigkeit von der angeschlossenen Kabellänge, und die Antennenkapazität.

Die Meßanordnung wurde so getroffen, daß für alle Antennen gleiche Empfangsbedingungen herrschten. Abb. 1 zeigt in ihrem oberen Teil die Höhenanordnung der untersuchten Antennenformen und deren Aufbau. Die Antennen wurden nacheinander an demselben Befestigungspunkt so aufgestellt, daß das angeschlossene Abschirmkabel bei allen in gleicher Höhe (4 m) über einem geerdeten Blech aufhört. Dieses entspricht insofern den praktischen Verhältnissen, als man bei der Errichtung einer Antenne das Abschirmkabel bis an die Grenze des Störnebels hochführt. Ein Höherführen der Abschirmleitung darüber hinaus ist überflüssig und wäre unwirtschaftlich. Oberhalb dieses Punktes beginnt der Auffangleiter und es lautet die Fragestellung: „Welches Antennengebilde liefert die größte Nutzspannung für den Empfänger am Ende des Abschirmkabels?“

Bei der Durchführung der Versuche wurde eine Vergleichsantenne im Abstande von 5 m von der zu untersuchenden Antenne aufgestellt und bei allen Antennen mitgemessen. Die inzwischen erfolgten Feldstärkeschwankungen konnten durch Umrechnung auf diese Vergleichsantenne ausgeglichen werden. Durch Vorversuche wurde ermittelt, daß bei dem Abstande von 5 m zwischen Vergleichsantenne und zu untersuchender Antenne eine merkbare gegenseitige Beeinflussung nicht vorhanden war. Die Messungen wurden durchgeführt durch Aufnahme des Reichssenders Köln und des Deutschlandsenders. Der Mantel der abgeschirmten Leitung von den untersuchten Antennen zum Meßempfänger wurde einmal geerdet und bei einer weiteren Meßreihe als isoliertes Gegengewicht geschaltet. Es ergab sich, wie zu erwarten war, daß die Nutzspannungsverhältnisse der untersuchten Antennen untereinander nahezu unabhängig von Wellenlänge und Abschirmmantelschaltung sind. Ebenfalls blieben die Nutzspannungsverhältnisse der einzelnen Antennen bei verschieden langen Abschirmleitungen annähernd gleich. Dieses erklärt sich daraus, daß sich infolge gleichen Höhenaufbaues aller Antennen auch annähernd gleiche Höhen der Antennenmittel ergaben. Hier sind daher im unteren Schaubild der Abb. 1 nur die ermittelten Nutzspannungen für eine Wellenlänge (456 m), mit geerdetem Abschirmmantel und für eine Abschirmleitungslänge von 20 m bei jeder Antenne als senkrechte Strecken eingetragen. Die Kapazitätsmessung wurde in der von F. Bergtold[1]) vorgeschlagenen Anordnung ausgeführt. Mit einer Tonfrequenzmeßbrücke wurde zunächst die Kapazität der Antenne mit einem dünnen Zuführungsdraht bestimmt, dann die Kapazität des Zuführungsdrahtes allein; die Antennenkapazität ergibt sich dann annähernd aus der Differenz dieser beiden Werte. Die gemessenen Werte sind unter den Antennenformen in Abb. 1 eingetragen.

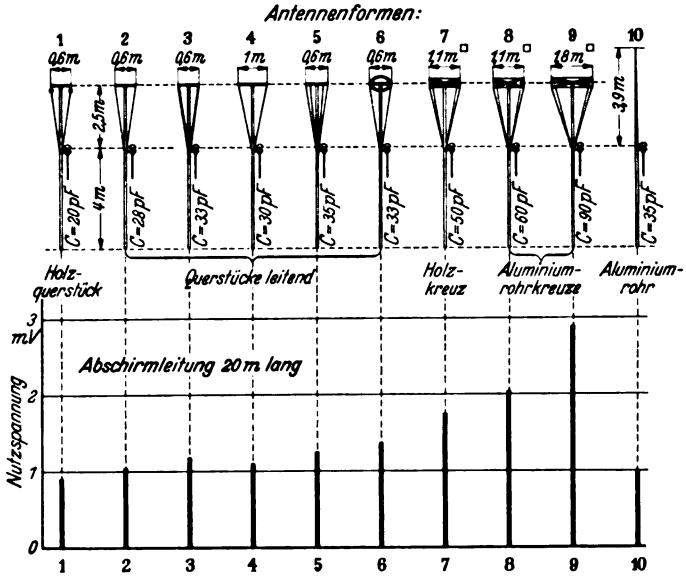


Abb. 1. Aufbau der untersuchten Antennenformen mit eingetragenen Kapazitätswerten und die von ihnen bei 20 m langer Abschirmleitung gelieferten Nutzspannungen.

Bei den untersuchten Antennen *1* bis *9* sind die im wesentlichen aus Draht oder Rohr bestehenden Auffangleiter längs eines Trägermastes aus Bambusrohr verschiedenartig verspannt, der aufnehmende Teil der Antenne *10* dagegen besteht aus einem sich nach oben verjüngenden Metallrohr.

Die Antenne *1* hat auf der Mastspitze ein flaches Metallquerstück von 0,6 m Länge, von dessen Enden über Isolatoren zwei Leiter von 2 mm Dmr. nach unten zusammenlaufend verspannt sind. An Abb. 1 sehen wir unten die zu ihr gehörende Nutzspannung als niedrigste.

Bei der Antenne *2* ist das auf der Mastspitze angebrachte metallische Querstück mit den Leitern verbunden, was bereits ein merkliches Anwachsen der Nutzspannung ergibt.

Antenne *3* hat die gleiche Anordnung, jedoch bestehen die Senkrechtleiter bei ihr, anstatt aus Litze von 2 mm Dmr., wie bei Antenne *1* und *2*, aus metallischem Rohr von 10 mm Außendurchmesser. Die Wirkung ist eine Steigerung der Nutzspannung gegenüber Antenne *2*.

Bei der Antenne *4* wurden als Senkrechtleiter wieder Leiter von 2 mm Außendurchmesser verwendet, das mit den Leitern verbundene, obere Querstück jedoch von 0,6 m auf 1 m vergrößert. Die Nutzspannung von *4* liegt über der von *2* und unter der von *3*. Wir sehen also hier deutlich, daß man bei Auseinanderrücken dünner Leiter ebensogut eine Steigerung der Nutzspannung erreichen kann, wie bei Verwendung von Leitern größerer Oberfläche; jedoch ist der Metallaufwand wesentlich geringer.

Bei Antenne *5* ist das auf der Mastspitze angebrachte Querstück wieder auf 0,6 m verringert, außerdem sind noch zwei weitere Leiter von oben nach unten ver-

[1]) F. Bergtold, Antennenbuch. München: Verlag der Franz'schen Buchdruckerei 1936.

Digitized by Google

spannt. Die Nutzspannung der Antenne *5* ist bereits größer als die Nutzspannung der Antenne *3*, obwohl bei der Antenne *5* dünne Litzen von 2 mm Außendurchmesser verwendet sind.

Die Antenne *6* hat den gleichen Aufbau wie die Antenne *2*, also oben ein metallisches Querstück von 0,6 m Länge, von dessen Enden zwei Leiter von 2 mm Dmr. nach unten zusammenlaufen, jedoch sind die Enden dieses Querstücks noch durch einen metallischen Ring verbunden. Wir sehen, daß diese Anordnung eine wesentliche Erhöhung der Nutzspannung bringt; die Nutzspannung der Antenne *6* liegt über der von Antenne *5*.

Die Kapazitätsmessung ergab, wie zu erwarten war, für die Antennen mit höheren Nutzspannungen auch höhere Kapazitätswerte.

Die Antennen *7* bis *9* stellen eine Erweiterung der Grundformen der Antennen *1* bis *6* dar. Auf der Spitze des Mastes befinden sich zwei senkrecht zueinander angeordnete Querstücke (Kreuz), deren Eckpunkte miteinander leitend verbunden sind, und von wo aus die Leiter nach unten zusammenlaufen. Bei Antenne *7* bestehen die Querstücke aus Holz. Das durch die Verbindung ihrer Eckpunkte gebildete Quadrat hat eine Seitenlänge von 1,1 m. Diese Antenne ergibt eine bedeutend höhere Nutzspannung.

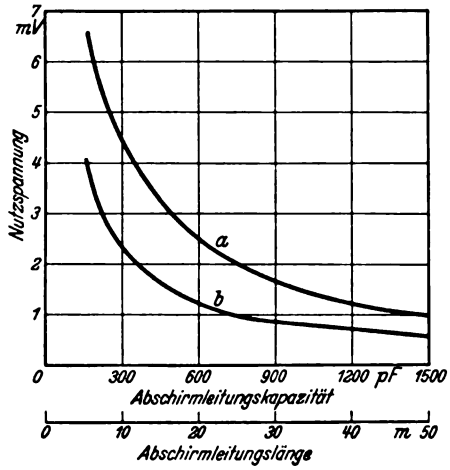


Abb. 2. Die Nutzspannungen in Abhängigkeit der Abschirmleitungslänge für die Aluminiumrohrkreuz-Antenne *8* (Kurve *a*) und die Aluminiumrohr-Antenne *10* (Kurve *b*).

Antenne *8* hat die gleiche Form und dieselben Abmessungen wie Antenne *7*, nur bestehen die das Kreuz bildenden Querstücke aus Metallrohren. Sie tragen somit zur Kapazitätssteigerung bei; die Nutzspannung von Antenne *8* liegt wesentlich höher als die von Antenne *7*.

Bei der Antenne *9* ist das auf der Spitze vorhandene leitende Quadrat auf eine Seitenlänge von 1,8 m vergrößert; dies führt zu einer erheblichen Steigerung der Nutzspannung und Kapazität.

In Antenne *10* wurde eine Antenne untersucht, die aus einem sich von 26 auf 6 mm Außendurchmesser nach oben verjüngenden Metallrohr besteht. Trotz größerer Längenausdehnung des aufnehmenden Teiles dieser Antenne gegenüber den Antennen *7* bis *9* liegt die Nutzspannung hier beträchtlich tiefer. Auch die Kapazität hat einen wesentlich geringeren Wert.

In Abb. 2 sind die Nutzspannungen für die Antennen *8* und *10* in Abhängigkeit der Abschirmleitungslänge als Kurven dargestellt. Wir sehen aus den Ergebnissen dieser Messung, daß in erster Linie für eine hohe Nutzspannung am Ende der Abschirmleitung die Kapazität des Antennengebildes ausschlaggebend ist. Auch bei Verwendung der inzwischen auf dem Markt erschienenen Übertrager ist eine hohe Kapazität der Antenne selbst vorteilhaft.

Beim Vergleich der untersuchten Antennenformen sehen wir, daß man eine Antenne hoher Kapazität auch mit verhältnismäßig geringem Aufwand an metallischen Baustoffen herstellen kann. Es ist auffallend, daß die beste Wirkung dann erzielt wird, wenn die aufnehmenden Teile der Antenne einen möglichst großen Raum umschließen. Als Vorteil erweist es sich, der Antenne eine möglichst große Ausdehnung nicht nur in der Senkrechten, sondern auch in der Waagerechten zu geben, wie es beispielsweise bei den Antennen *7* bis *9* der Fall ist. Dagegen spielt die Oberfläche des Metalleiters selbst eine untergeordnete Rolle. Es bringt keinen im Verhältnis zum Aufwand stehenden Gewinn, an Stelle dünnen Drahtes Metallrohr wie bei Antenne *3* zu verwenden, besonders, wenn man diese Metallteile eng aneinander anordnet.

Um diesen Einfluß genauer kennenzulernen, wurde noch eine Abwandlung der Antenne *8* untersucht, bei der der obere Teil des Tragmastes, längs dem die Senkrechtleiter verspannt sind, aus Metallrohr gebildet wurde. Diese Abwandlung ergab gegenüber der Antenne *8* mit hölzernem Tragmast im Bereich der Senkrechtleiter keinen wahrnehmbaren Gewinn. Die Feldlinien werden also durch die vier nach unten verlaufenden Leiter von dem in der Mitte angebrachten Metallrohr praktisch völlig abgeschirmt.

Bei der Herstellung einer Antenne aus möglichst wenig Baustoffen und vor allem aus möglichst wenig Metall wird man also metallische Rohre oder Streben nur zur Abstützung der aus Litze oder Drähten gebildeten, eigentlichen Auffangleiter anwenden. Diese metallischen Stützen erhöhen natürlich zusätzlich die Kapazität und bewirken auch, wenn sie auf der Mastspitze angebracht sind, wie bei den Antennen *2* bis *9*, eine gewisse Höherlegung des Antennenmittels. Durch die hauptsächliche Verwendung dünner Drähte als Auffangleiter verringern sich auch Windwiderstand, Gewicht und Preis der Antenne.

Für wertvolle Ratschläge bei der vorliegenden Untersuchung, die noch fortgesetzt wird, bin ich Herrn Dr.-Ing. H. Brückmann, Berlin, zu Dank verpflichtet.

Zusammenfassung.

Die Untersuchung hat gezeigt, daß man eine Stabantenne hoher Kapazität, wie sie für den Betrieb an Abschirmleitungen notwendig ist, mit verhältnismäßig geringem Metallaufwand herstellen kann. Es kommt nicht auf eine möglichst große Oberfläche der Metallteile an, sondern darauf, daß sie einen möglichst großen Raum umschließen.

Einschaltung der Straßenbeleuchtung durch Photozellen-Relais.

621. 383. 07 : 628. 971

In der Stadt Buffalo wurde kürzlich die gesamte Straßenbeleuchtung erneuert[1]). Hierbei wurden die bisher verwendeten selbsttätigen Ein- und Ausschalter, die von astronomischen Uhren angetrieben waren, durch von Photozellen (Sperrschichtzellen) gesteuerte Relais ersetzt. Von den insgesamt vorhandenen 250 Serien-Stromkreisen waren bis zum 1. 7. 1937 179 mit photoelektrisch gesteuerten Schaltern ausgerüstet. Die übrigen Stromkreise werden nach von Photozellen gegebenen Signalen von Hand geschaltet. Die Vorteile dieser photoelektrisch gesteuerten Schalter liegen einmal darin, daß die Ein- bzw. Ausschaltung der Beleuchtung in allen Stadtteilen und unter allen Witterungsbedingungen stets bei der gleichen Beleuchtungsstärke erfolgt. Die Stromkosten sind zwar bei dieser Anlage etwas höher als bei der Schaltung durch astronomische Uhren, da an starkbewölkten oder nebligen Tagen die Beleuchtung schon früher eingeschaltet bzw. erst später ausgeschaltet wird als in einer von einer astronomischen Uhr gesteuerten Anlage. Zur Vermeidung von Unfällen ist aber gerade diese längere Brennzeit an dunklen Tagen äußerst wichtig. Ein weiterer Vorteil der photoelektrisch gesteuerten Relais besteht darin, daß nur im Augenblick des Schaltens eine mechanische Bewegung stattfindet, so daß die Abnutzung und somit auch die Kosten für die Überwachung geringer sind als bei Anwendung astronomischer Uhren zur Schaltersteuerung. *M. W.*

[1]) Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 1028; 3½ S., 6 Abb.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 933. 1 Selbstlöschende Schutzfunkenstrecken. — Seit 1932 sind an zahlreichen amerikanischen Freileitungen selbstlöschende Schutzfunkenstrecken (expulsion protective gaps) parallel zu den Isolatoren eingebaut worden mit der Zweckbestimmung, die durch Gewitterüberspannungen verursachten Überschlaglichtbogen von den Isolatoren fernzuhalten und so schnell zu löschen, daß die Leitungsschalter nicht auslösen[1]). Die Ausführung der Schutzfunkenstrecken zeigt Abb. 1. Sie sind mit dem unteren Ende mit Erde verbunden und durch die äußere Funkenstrecke von der Betriebsspannung abgetrennt. Die Schlagweiten der hintereinander geschalteten äußeren und inneren Funkenstrecken sind so eingestellt, daß die Kennlinie der Überschlagverzögerung bei Spannungsstoß tiefer liegt als die Stoßkennlinie der Leitungsisolation. Die augenblickliche Lichtbogenlöschung kommt dadurch zustande, daß der Lichtbogen in dem Isolierrohr einen hohen Druck und eine nach unten gerichtete heftige Wirbelströmung erzeugt.

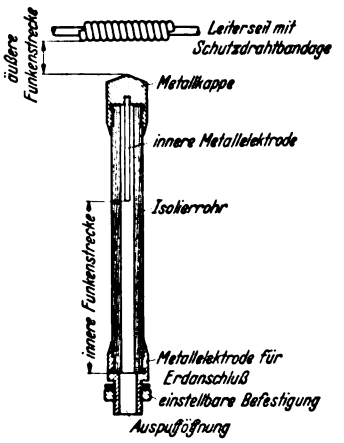


Abb. 1. Aufbau einer selbstlöschenden Schutzfunkenstrecke.

Solche selbstlöschenden Schutzfunkenstrecken sind an Leitungen für 13,8 bis 138 und neuerdings auch für 220 kV Betriebsspannung eingebaut worden. Bemerkenswert ist der Einbau an 138 kV-Leitungen mit Erdseilen, bei denen niedrige Masterdungswiderstände wegen ungünstiger Bodenverhältnisse nicht zu erreichen waren, bei denen also trotz der Erdseile mit Überschlägen zu rechnen war. Es hat sich in einigen Fällen als wirtschaftlicher erwiesen, an jeder Isolatorenkette eine Schutzfunkenstrecke anzubringen, statt die Masterdungen durch zusätzliche Erder zu verbessern. Auch zum Schutz von Mastschaltern und an Flußkreuzungsmasten sind sie, hauptsächlich zur Verhinderung von Schäden an den Isolatoren, eingebaut worden. Sie werden auch als Begrenzungsfunkenstrecken auf Leitungsabschnitten vor Unterwerken in Anlagen mit abgestufter Isolation verwendet. Sie sollen hier nicht nur die Höhe der anlaufenden Wanderwellen herabsetzen, sondern auch durch ihr Ansprechen verhindern, daß die Ableiter in den Unterwerken zu hohe Stoßströme zu bewältigen haben.

Beim Einbau der Schutzfunkenstrecken muß die äußere Funkenstrecke richtig eingestellt werden, weil sie die Kennlinie der Überschlagverzögerung stark beeinflußt. Versuche mit sehr hohen Stoßströmen haben ergeben, daß die verwendeten Isolierrohre erst bei Stoßströmen über 100 kA zerplatzen. Da so hohe Stoßströme nur selten vorkommen, ist die Gefahr, daß die Isolierrohre zerplatzen, gering, was auch durch die Betriebserfahrungen mit mehreren tausend Schutzfunkenstrecken bestätigt wird. Die Größe des Kurzschlußstromes, den die Funkenstrecke einwandfrei zu unterbrechen vermag, hängt vom Innendurchmesser des Isolierrohres ab. Die Rohre müssen also entsprechend dem Kurzschlußstrom ausgewählt werden, den sie an der Einbaustelle beim Ansprechen zu unterbrechen haben. Auch der Anstieg der wiederkehrenden Spannung ist von Einfluß auf die Lichtbogenlöschung. Mit den Schutzfunkenstrecken sind ausgedehnte Netzversuche durchgeführt worden. Dabei fand ein Meßwagen Verwendung, der einen dreiphasigen Kathodenstrahloszillographen, einen selbsttätigen Sechsschleifenoszillographen, eine Vorrichtung zur Messung des Druckes im Isolierrohr der Funkenstrecke, eine Erdungsmeßbrücke, eine Dunkelkammer und einen Hilfsmaschinensatz für den Betrieb der Oszillographen enthält. Mit dem Kathodenstrahloszillographen wurden die wiederkehrenden Spannungen, mit dem Schleifenoszillographen die Kurzschlußströme und die Spannungen gemessen.

Die Betriebserfahrungen haben ergeben, daß die Funkenstrecken bei Mittelspannungsleitungen mehr ansprechen als bei Hochspannungsleitungen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß durch die Schutzfunkenstrecken Leitungsauslösungen nahezu ganz beseitigt werden. Die Betriebssicherheit und die Stabilität der Übertragungsanlagen werden also erhöht und die Isolatorenschäden verringert. Die Funkenstrecken müssen fest angebracht werden, weil die Rückstoßkräfte je nach dem unterbrochenen Kurzschlußstrom recht beträchtlich werden können. (Anm. d. Ber.: Wenn auch in den deutschen Anlagen mit isoliertem Sternpunkt die Notwendigkeit für den Einbau solcher Schutzfunkenstrecken nicht so groß ist wie in den amerikanischen Anlagen mit geerdetem Sternpunkt, in denen jeder Erdschluß einen Kurzschluß bedeutet, so gibt es doch auch in unseren Netzen Anwendungsmöglichkeiten dafür. Hierbei wäre jedoch zu untersuchen, wie sich die Funkenstrecken in den Netzen mit Erdschlußlöschung verhalten.) [W. J. Rudge jr. u. E. J. Wade, Electr. Engng. 56 (1937) S. 551; 7 S., 10 Abb.] *Gd.*

[1]) Vgl. a. L. V. Bewley, Gen. electr. Rev. 40 (1937) S. 236. — W. W. Lewis, Gen. electr. Rev. 40 (1937) S. 314.

Elektrische Maschinen.

621. 314. 53. 015. 1. 001. 4 Spannungsverlust bei Einankerumformern auf Grund experimenteller Untersuchungen. — Bei Einankerumformern waren bis jetzt noch einige Fragen nicht vollständig geklärt, und besonders fehlte es bei den schon aufgestellten Theorien an der versuchsmäßigen Nachprüfung. An besonders für die Versuche gebauten Maschinen wurde die Theorie der Spannungsverluste im Einankerumformer einer Nachprüfung unterzogen.

Die Spannungsverluste im Einankerumformer werden in zwei Teile zerlegt. Der erste Teil berücksichtigt lediglich die Spannungsverluste in den Widerständen der Wicklung, während der zweite Teil die Änderung der Übersetzung von der Gleich- zur Wechselstrom-EMK behandelt, die durch die Felder am Ankermantel bestimmt wird.

Die bisherige Theorie der Spannungsverluste in den Widerständen der Ankerwicklung wird ergänzt und die neun Komponenten dieses Spannungsverlustes übersichtlich zusammengestellt. Die Richtigkeit der ergänzten Theorie wird auf Grund des Energiegesetzes nachgewiesen. Die Spannungsverluste in der Ankerwicklung wurden mit Hilfe besonderer Meßwicklungen und Meßverfahren versuchsmäßig ermittelt und die Übereinstimmung mit der Berechnung nach der ergänzten Theorie nachgewiesen.

Die Wirkung der durch das Blechpaket geführten Verbindungsleiter zwischen Anzapfpunkten und Schleifringen wird besonders behandelt.

Bei der Untersuchung der Änderung der Übersetzung der Gleich- und Wechselstrom-EMKe wird gezeigt, daß diese Änderung bei kleinem Luftspalt zwischen Wendepolen und Ankerumfang, bei Über- und Untererregung eben entgegengesetzt ist, wie es sonst durch die Ankerrückwirkung zu erwarten wäre. Schließlich wird noch die Bemessung des Luftspaltes der Wendepole und die funkenfreie Stromwendung der Einankerumformer untersucht. [J. Almási, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 12, S. 767; 22½ S., 27 Abb.]

621. 313. 333 Einheitliches Berechnungsverfahren für Stromverdrängungs-Motoren mit Ein- und Mehrnutläufern. — Für den Primärstrom und das Drehmoment von Drehstrommotoren mit Stromverdrängungsläufern werden vom Verfasser allgemein gültige Beziehungen abgeleitet und mit ihrer Hilfe der Einfluß der Widerstandserhöhung und Induktivitätsverminderung, für jede Läuferausführung durch den „Wirkwiderstandsfaktor" bzw. „Blindwiderstandsfaktor" gekennzeichnet, auf Anlaufmoment und Anlaufstrom und den Gütefaktor des Anlaufs untersucht. Durch die geforderten Anlaufeigenschaften sind bei gleichfalls gegebenen Nennbetriebsdaten Wirk- und Blindwiderstandsfaktor und mit diesen die zweckmäßigste Läuferausführung weitestgehend festgelegt. Für den Doppelkäfigläufer werden Wirk- und Blindwiderstandsfaktor unter Berücksichtigung des Streublind-

Digitized by Google

widerstandes des äußeren Stabes in Abhängigkeit vom Schlupf berechnet. Die Stromverdrängung in den Stäben wird zunächst vernachlässigt, später jedoch berücksichtigt und ihr Einfluß auf den Wirk- und Blindwiderstandsfaktor erörtert. Die Primärstrom-Ortskurve des Doppelkäfigläufers wird eingehend behandelt. Es wird gezeigt, wie sich diese Ortskurve mit Hilfe des Ossannakreises des stromverdrängungsfreien Motors und zweier Schmiegungskreise für große bzw. kleine Schlupfwerte, ferner eines Anlaufkreises, auf dem die Anlaufpunkte bei veränderlichem Verhältnis der Stabwiderstände liegen, in einfacher Weise aufbauen läßt. Für maximale Widerstandserhöhung im Anlauf, maximales Anlaufmoment und maximalen Gütefaktor des Anlaufs ergeben sich z. T. stark voneinander abweichende Verhältniswerte der Stabwiderstände. Die Anlauferwärmung des Anlaufkäfigs und die Einsattlung der Drehmomentenkurve zwingen oft zur Wahl eines anderen Verhältniswertes der Stabwiderstände als den optimalen Anlaufeigenschaften entspricht. Auf die Vorausberechnung des Drehstrommotors mit Stromverdrängungsläufer wird in kürzester Form eingegangen. [W. Schirp, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 12, S. 799; 15 S., 9 Abb.]

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 925 **Neue Maschennetzrelais.** — Im Rahmen der Entwicklung der Maschennetzschalter, die im amerikanischen Schrifttum einen weiten Raum einnehmen, wird über neue Relais berichtet, die gegenüber den bisherigen einfacher, kleiner, dabei kräftiger und leichter gebaut sind. Das eigentliche Maschennetzrelais, das bei Umkehr der Leistungsrichtung dem Maschennetzschalter das „Aus"-Kommando gibt und nur dann das „Ein"-Kommando zuläßt, wenn die Spannung des ins Maschennetz speisenden Transformators die notwendigen Voraussetzungen hinsichtlich Größe und Phasenlage erfüllt, ist nach wie vor ein Ferrarisrelais. Immerhin hat man sich von dem Vorbild des Drehstromzählers weitestgehend frei gemacht. Statt der beiden drehbaren Scheiben kommt eine Trommel aus reinem Aluminiumblech von 0,15 mm Dicke zur Anwendung. Die drei Spannungseisen mit den Spannungsspulen sitzen innerhalb der Trommel, während die drei Stromeisen den Spannungseisen gegenüber außerhalb der Trommel ihren Platz haben. Außer den Stromspulen tragen die Stromeisen die Spulen für die Differenzspannungen, die sich bei geöffnetem Schalter zwischen zueinandergehörenden Schalterpolen einstellen. Elektrisch wirksam ist der zylindrische Teil der Trommel. Bemerkenswert ist die neue Art der Lagerung der Trommel, die über Schneidenlager vorgenommen wird. Der Winkelbereich, in dem sich die Trommel dreht, beträgt 15°. Großer Wert ist darauf gelegt worden, am Relais die erforderlichen Einstellungen und gelegentliche Prüfungen in einfacher Weise vornehmen zu können, ohne daß etwa der Maschennetzschalter, in dem dieses und die folgenden Relais eingebaut sind, spannungslos gemacht zu werden braucht. Das Phasenkontrollrelais, das die Aufgabe hat, die Bedingungen näher festzulegen, unter denen das Wiedereinschalten des Maschennetzschalters vor sich gehen soll, ist in seinem Aufbau dem Maschennetzrelais sehr ähnlich. Es ist jedoch einphasig ausgelegt, hat auf dem Stromeisen nur eine Stromspule und besitzt nur einen „Ein"-Kontakt, der mit dem „Ein"-Kontakt des Maschennetzrelais in Reihe liegt. Falls bei den Maschennetzschaltern Rückströme zugelassen werden sollen, die 10% des Nennstromes überschreiten, kommt als drittes Relais das Spannungsgegentriebrelais zur Anwendung. Es arbeitet nach dem Tauchankerprinzip. Bei gesunder Spannung und geschlossenem Schalter legt das Spannungsgegentriebrelais diejenigen Spulen des Maschennetzrelais, an denen bei geöffnetem Schalter die Differenzspannungen auftreten, über Widerstände an Spannung. Dadurch wird beim Maschennetzrelais ein Drehmoment hervorgerufen derartig, daß höhere Rückströme zum Schließen des „Aus"-Kontaktes erforderlich werden. Fällt das Spannungsgegentriebrelais ab, weil der Vektor des normalläufigen Drehfeldes nur noch 90% seiner ursprünglichen Größe hat, so wird der Strom in den Differenzspannungsspulen des Maschennetzrelais unterbrochen, wodurch dieses Relais wieder hoch empfindlich wird. [J. M. Parsons u. M. A. Bostwick, Electr. J. 34 (1937) S. 288; 6 S., 7 Abb.] *Kke.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Elektrische Prüfämter. — Den Hamburgischen Elektrizitätswerken Aktiengesellschaft in Hamburg ist die Genehmigung erteilt worden[1]), als „Elektrisches Prüfamt 49" amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom	bis 6000 A,	1000 V,
mit Wechsel- und Drehstrom	bis 4000 A,	30000 V.

Dem Elektrizitätswerk Rostock ist die Genehmigung erteilt worden[1]), als „Elektrisches Prüfamt 50" amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom	bis 100 A,	600 V,
mit Wechsel- und Drehstrom	bis 1000 A,	15000 V.

Elektrowärme.

621. 367 : .791. 337 **Lötapparate für elektrische Hartlötungen in Handwerksbetrieben.** — Während der elektrische Lötkolben bekanntlich bereits in zahlreichen Handwerkszweigen seit vielen Jahren verwendet wird, ist das elektrische Hartlöten feinmechanischer Werkstücke bis vor kurzem auf die reihenmäßige Fabrikationslötung beschränkt geblieben und hat z. B. in der Brillenfassungsfabrikation besondere Verbreitung gefunden. Hier kommt es darauf an, die empfindlichen Teile, vor allem die dünne Goldhaut von Dubleeteilen, bei der Erhitzung möglichst zu schonen; hier hat die elektrische Lötung den großen Vorzug, daß nur die Lötstelle selbst gewissermaßen „punktförmig" erhitzt wird, dagegen nicht die benachbarten Stellen. Dies ist besonders wichtig, wenn, wie es bei Brillenfassungen z. B. der Fall ist, Zelluloidteile sich in der Nähe der Lötstelle befinden.

Obwohl die gleichen Vorzüge gerade auch für die handwerklichen Lötarbeiten bei der Ausbesserung solcher Teile von größter Wichtigkeit sind, standen der Einführung der elektrischen Lötapparate in die Handwerkstätten der metallverarbeitenden Handwerke, insbesondere der Optiker, Uhrmacher und Goldschmiede, lange Zeit Schwierigkeiten im Wege. Abgesehen davon, daß infolge der Notwendigkeit, mit Niederspannungen unter 40 V zu arbeiten, die Anwendung auf Betriebe in Wechselstromnetzen beschränkt ist, waren es zunächst die Anschaffungskosten, die kleinere Handwerksbetriebe an der althergebrachten Lötung mit der Spiritus- bzw. Gasflamme festhalten ließen. Die Anschaffung eines solchen Apparates, der aus einem Transformator und mehreren einstellbaren Spannzangen im wesentlichen besteht, ist um so eher wirtschaftlich, je vielseitiger die Verwendungsmöglichkeit ist; es muß die Möglichkeit bestehen, Gegenstände aus verschiedenstem Werkstoff und in verschiedener Stärke löten zu können, während in der reihenmäßigen Fabrikation immer nur gleichartige Stücke mit ein und demselben Apparat zu löten sind.

Aus dieser Verschiedenheit der Anwendungsart ergibt sich auch die zweite Schwierigkeit. Da die Lötstromstarke sich nach der Art des Werkstoffs und der Stärke der zu lötenden Stücke richten muß, so muß eine möglichst weitreichende und einfache Regelung der Spannung vorgesehen werden, die zugleich feinstufig sein muß, da bei empfindlichen Teilen schon eine geringe Überhitzung zur Zerstörung führt und auch Netzspannungsschwankungen ausgeglichen werden müssen. Da ohne Komplizierung die Zahl der Anzapfungen der Sekundärspule nicht beliebig gesteigert werden kann, so führt das wieder dazu, daß man größere Stücke nicht mit den Apparaten richtig löten kann.

Bei einem neuen Lötapparat sind diese Schwierigkeiten nun in sehr geschickter Weise dadurch gelöst worden, daß in einem Apparat zwei verschiedene elektrische Lötverfahren mit getrennter Spannungsregelung vereinigt sind. Für größere Stücke, z. B. Ringe, Abzeichen, stärkere Ketten, Lorgnetten usw. wird die sogenannte Lichtbogenlötung angewandt, bei der das eine, massivere Stück an einer Kohleelektrode angebracht wird, während das zweite mit einer der beiden einstellbaren Lötzangen genähert wird. Für feinere Stücke dagegen wird die Widerstandslötung verwendet, wobei die beiden Teile in die als Stromübergänge dienenden einstellbaren Zangen eingespannt und einander genähert werden. Für die Spannungsregelung der Lichtbogenlötung dient ein 4stufiger Stöpselschalter, während für die Widerstandslötung eine sehr feinstufige Spannungsregelung mit einem 12stufigen Drehwählschalter erfolgt; die Spannung zwischen zwei Stufen beträgt jeweils 2 V; die Lötstromstärke ist zwischen 10 und 100 A veränderlich. Nach Einstellen der Spannzangen mittels festschraubbarer Kugelgelenke wird der Strom durch einen Fuß-

[1]) Reichsanzeiger Nr. 234 vom 11. 10. 1937.

[1]) Reichsanzeiger Nr. 235 vom 12. 10. 1937.

Digitized by Google

kontakt ein- und wieder ausgeschaltet, so daß der Arbeiter seine ganze Aufmerksamkeit der Lötung zuwenden kann. Der Anschluß an das Netz bzw. den Fußkontakt erfolgt durch Gerätestecker, wobei für Lichtbogen- und Widerstandslötung verschiedene Stecker umzuschalten sind.

Wie Versuche bestätigt haben, lassen sich mit dem Apparat die verschiedensten Gegenstände von ganz kleinen Abmessungen bis zu Stücken von 5,0 mm Stärke rasch und sauber löten. Bei der Lichtbogenlötung kann übrigens noch eine weitere Regelung dadurch erfolgen, daß man wahlweise die linke oder die rechte Zange mit der Kohle kombiniert. Für rasches Löten geübter Arbeiter ist auch eine bewegliche Zange mit Kabelzuführung zum Freihändiglöten vorhanden, wobei dann nur ein Teil fest eingespannt wird, während der andere mit der Kabelzange genähert und in Kontakt gebracht wird.

Der aus der Fabrikation übernommene Ausdruck „Lichtbogenlötung" ist eigentlich nicht ganz korrekt, da nicht wie bei der Lichtbogenschweißung ein eigentlicher Lichtbogen entsteht; es handelt sich, genauer gesagt, um eine Abart der Widerstandslötung mit dem Unterschied, daß die Kohleelektrode selbst zum Glühen kommt.

Bei einem anderen Lötapparat, der eine stufenlose Spannungsregelung durch einen im Fußkontakt eingebauten Regelwiderstand bewirkt, ist seit einiger Zeit für die Lötung größerer Stücke ein über eine Zusatzwicklung geheizter Kohleamboß eingebaut. *Blz.*

Fernmeldetechnik.

621. 396. 663 Der Funkpeilkompaß und seine Anwendung in der Luftfahrt. — Die bekanntesten und gebräuchlichsten Zielfluggeräte ermöglichen die Ansteuerung eines Zieles auf dem kürzesten Weg und geben durch entsprechende Abweichung eines Zeigers von der Nullage die Kursabweichung nach Backbord oder Steuerbord an, ohne daß dabei jedoch genau abgelesen werden könnte, um wieviel Grad das Flugzeug vom Kurs abgekommen ist. H. Busignies beschreibt nun ein Gerät, das in selbsttätiger Dauersichtanzeige die Richtung eines Senders zur Längsachse eines Flugzeuges unmittelbar in Winkelgraden auf einer Kompaßskala kenntlich macht.

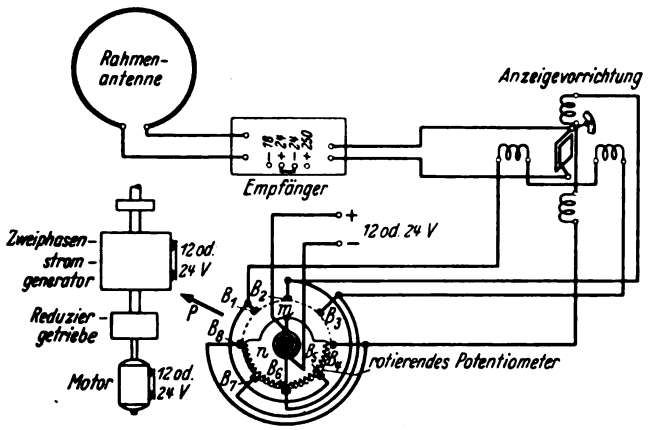


Abb. 2. Prinzipschaltbild des Zielfluggerätes mit Dauersichtanzeige.

Dieser sog. Funkpeilkompaß, der eigentlich nur einen Phasenmesser darstellt, nutzt die Richtwirkung der Rahmenantenne aus. Eine solche Rahmenantenne von 30 cm Dmr. ist über dem Rumpf des Flugzeuges drehbar angeordnet (im mitgeteilten Fall eines der Ju 52 entsprechenden Flugzeugmusters über dem rückwärtigen Rumpfende) und wird durch einen Motor in Umdrehung versetzt; ein Reduziergetriebe sorgt dabei für die Einstellung einer Rahmendrehzahl von 5 U/s, so daß je zehn Maxima und Minima in der Sekunde auftreten. Die von der Rahmenantenne aufgenommene Hochfrequenzenergie durchläuft die üblichen Empfangsgeräte; am Ausgang steht dann ein Peilstrom mit einer Frequenz von 10 Hz zur Verfügung. Die Phasenlage dieses Stromes, bezogen auf eine bestimmte Ausgangslage, hängt von der Lage der Flugzeuglängsachse als Bezugsrichtung zur Richtung des Senders ab. Die so gebotene Möglichkeit der Umwandlung einer Richtungsänderung des Flugzeuges in die Phasenänderung eines niederfrequenten, elektrischen Vorganges wird für die Zwecke der selbsttätigen Anzeige verwertet. Um eine Phasenmessung durchführen zu können, bedarf es zunächst nun der Festlegung eines Bezugspunktes. Diesem Zweck dient ein mit dem Drehrahmen und dem Antriebsmotor auf der gleichen Achse sitzender sog. Zweiphasengenerator, der so gebaut ist, daß zwei Ströme mit einer der Peilstromfrequenz entsprechenden Frequenz entstehen, die gegeneinander um 90° in der Phase verschoben sind. Der Aufbau des Zweiphasengenerators ist aus Abb. 2 zu ersehen. Bei dem Generator handelt es sich um eine Art Gleichstromumformer. Ein über zwei Schleifringe m, n mit dem positiven bzw. negativen Pol der Bordbatterie verbundenes halbkreisförmiges Potentiometer P dreht sich mit der Winkelgeschwindigkeit des Rahmens zwischen acht Bürsten B_1 bis B_8. Letztere sind um je 45° gegeneinander versetzt auf einem Kreis angeordnet und paarweise in Abständen von je 180° zusammengefaßt. Die an den vier Bürstenpaaren auftretenden Wechselspannungen werden an die vier rechtwinklig zueinander liegenden Ständerwicklungen eines Phasenmessers gelegt. Die Ströme in diesen Wicklungen nehmen unter dem Einfluß der Selbstinduktivität einen sinusförmigen Verlauf und lassen sich durch die Beziehungen $i_1 = I_0 \sin \omega t$ und $i_2 = I_0 \sin(\omega t + \pi/2) = \cos \omega t$ darstellen. Für den resultierenden magnetischen Kraftfluß im Ständerfeld gilt:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{C^2 i_1^2 + C^2 i_2^2} = C I_0,$$

d. h. der Kraftfluß im Ständerfeld hat, unabhängig von der Zeit immer den gleichen Wert. Anderseits gilt für α, den Winkel der resultierenden Kraftflußrichtung mit der Flugzeuglängsachse: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_1}{B_2} = \operatorname{tg} \omega t$, wobei der Einfachheit halber angenommen wird, daß die Flugzeuglängsachse in die Richtung von B_1 oder B_3 fällt; daraus folgt $\alpha = \omega t$, d. h. der Zweiphasenstrom erzeugt ein konstantes Drehfeld, das sich mit der Frequenz des Peilstromes dreht. Der Peilstrom selbst wird der Ankerwicklung des Phasenmessers zugeführt, in der so ein magnetischer Kraftfluß gleichbleibender Richtung jedoch veränderlicher Größe entsteht. Das Zusammenwirken der beiden magnetischen Kräfte läßt den Anker und damit die Skala, die mit ihm verbunden ist, eine stetige Lage einnehmen: der Anker sucht sich senkrecht zur Richtung des Drehfeldes zu stellen, und zwar ist die treibende Kraft immer dann am größten, wenn der Rahmen im Empfangsmaximum steht. Zur Festlegung des Bezugspunktes wird die Anzeigevorrichtung so eingestellt, daß bei unmittelbarem Anflug eines Senders die Drehfeldrichtung und die Flußrichtung in der Ankerspule mit der Flugrichtung zusammenfallen, was man erreichen kann, wenn man beim unmittelbaren Anflug eines Senders, etwa nach Kompaßkurs und ins Empfangsmaximum gedrehtem Rahmen den Ständer der Anzeigevorrichtung so lange verdreht, bis der Anker seine größte Ablenkung erfährt. Diese Ankerstellung kann als Nullstellung der Anzeigevorrichtung verwendet werden. Die Integration der auf den Anker während der Dauer eines Umlaufes des Drehfeldes bei Verschiedenheit der Richtungen des Kraftflusses im Drehfeld und im Anker wirkenden Kraft über die Zeit liefert das Ergebnis, daß die bei einer Abweichung aus der Flugrichtung den Anker gegen die Nullage versetzende Kraft proportional dem Sinus des doppelten Azimutwinkels ist. Infolge seiner Trägheit nimmt der Anker die der errechneten mittleren Kraft entsprechende Gleichgewichtslage ein. Dabei ist die Ankerträgheit jedoch noch so begrenzt, daß der Anker bei der vorhandenen Frequenz von 10 Hz immer noch um etwa ¼° vibrieren kann, wodurch die Ankerreibung bedeutend verringert wird. Anderseits aber ist die zur Ablenkung des Ankers nötige Kraft auch proportional dem Sinus des Ablenkwinkels, so daß die bei einer Kursabweichung auftretende Ankerablenkung ein Maß für den Azimutwinkel ist. Für den Funkpeilkompaß ergeben sich zwei Hauptanwendungsmöglichkeiten: Zielflug und Landung. Beim Zielflug ohne Abtrift braucht nur eine am Bestimmungsort gelegene Station so angeflogen zu werden, daß die Anzeigevorrichtung den Winkel 0° zeigt. Herrscht jedoch Wind, so muß die Abtrift berücksichtigt werden, wenn das Ziel auf einem Großkreis erreicht werden soll. Besitzt das Flugzeug neben dem magnetischen Kompaß einen Funkpeilkompaß, so kann der Abtriftwinkel sehr schnell festgestellt werden: es wird einfach ein beliebiger Kompaßkurs geflogen und der Funkpeilkompaß auf einen Sender am Startort abgestimmt. Die Nullabweichung des Funkpeilkompasses ist der Abtriftwinkel, bezogen auf den Ausgangshafen, der dann in der üblichen Weise berücksichtigt werden muß. Die Anwendung des Funkpeilkompasses bei der Landung setzt das Vorhandensein einer Einflugschneise, gekennzeichnet durch zwei Sender A und B, deren Verbindungslinie in der Anflugrichtung liegt und die Kenntnis der Anflugrichtung beim Flugzeugführer, voraus. Sind diese Bedingungen erfüllt, so läßt sich auf folgende Weise eine

Digitized by Google

Landung bei fehlender Sicht erleichtern: das Flugzeug ändert, nachdem es den (starken) Sender *A* überflogen hat (zz-Vermittlung!), seinen Kurs und fliegt in großem Bogen zurück, wobei es vom Flughafen abdreht; der Winkel zwischen der bekannten Anflugrichtung und dem neuen Peilkurs läßt sich leicht berechnen. Sobald nun der Funkpeilkompaß, der auf den Sender *A* abgestimmt ist, den vorher berechneten Winkel anzeigt, weiß der Flugzeugführer, daß er sich auf der Anflugrichtung befindet. Er wendet dann seine Maschine, bis der Funkpeilkompaß 0° zeigt, überfliegt automatisch in der Einflugrichtung den Sender *A* und erhält in diesem Augenblick (zz-Vermittlung!) davon Kenntnis. Der Funkpeilkompaß wird auf den Sender *B* umgestellt, worauf zum Gleitflug angesetzt wird. Voraussetzung für das Zustandekommen einer glücklichen Landung ist jedoch immer noch das Vorhandensein eines guten Höhenmessers. Die Genauigkeit des beschriebenen Funkpeilkompasses wird zu ± 2° bei Entfernungen von etwa 500 km von einem 300 W-Sender angegeben; seitliche Neigungen des Flugzeuges um 30° brachten Ungenauigkeiten von höchstens 1°. Die Reichweite des Gerätes hängt natürlich von der Senderstärke ab. Bei Peilung des Senders „Radio Paris" (60 kW) konnten Entfernungen von 2000 km überbrückt werden. Beschränkt ist die Verwendbarkeit des Funkpeilkompasses durch die Tatsache, daß er, wie alle Bordpeiler, den Einflüssen des Nachteffektes unterworfen ist. [H. Busignies, Elektr. Nachr.-Wes. 15 (1937) S. 162; 14 S., 16 Abb. B. Damyanovitch, Onde électr. (1937) S. 1; 28 S., 11 Abb.] *E.C.M*

621. 316. 86 : 621. 395. 665 **Urdoxwiderstände als Lautstärkeregler.** — Urandioxyd-Widerstände haben sich in den letzten Jahren wegen ihrer Temperatur- und damit Zeitabhängigkeit für die Unterdrückung der Einschaltstromstöße bei Gleichstromgeräten hervorragend eingeführt. Sie finden nunmehr eine weitere Anwendung zur Fernregelung der Lautstärke von Empfängern. Die zugehörigen Leitungen kann man bei gewöhnlichen Empfängern wegen gefährlicher Rückwirkungen nicht beliebig verlängern. Hier wird jedoch der Widerstand als Außenwiderstand der Gleichrichtdiode geschaltet und durch eine isoliert eingesetzte (2 pF Kapazität) Heizwendel (4 V, 1 A) geheizt. Dieser Heizstrom kann natürlich über beliebig lange Leitungen ferngeregelt werden, ohne daß das Gerät hochfrequenzmäßig gestört wird. Bei der Type W 1 regelt man durch Heizungsänderung von 0,8 MΩ auf 1300 Ω, bei Type W 2 von 0,15 MΩ auf 400 Ω. Zwischen Wendel und Hochohmwiderstand dürfen bis zu 100 V ohne Heizung und 50 V bei Heizung liegen. Der Urdoxkörper selbst hält 100 V und 10 mA aus. [Diefenbach, Funk (1937) H. 12, S. 348; 1½ S., 4 Abb.] *Kur.*

Theoretische Elektrotechnik.

535. 241. 48 : 621. 317. 755 **Helligkeitsmessungen an Zinksulfidschirmen bei Anregung durch Kathodenstrahlen.** — Die Arbeit gibt zunächst eine kurze Übersicht der Ergebnisse von Untersuchungen, die sich bisher mit Helligkeitsmessungen an Fluoreszenzstoffen, erregt durch Elektronenbeschießung, befassen. Der Hauptteil der Arbeit berichtet über die festgestellten Helligkeiten von Zinksulfidschirmen mit Anodenspannungen von 30 bis 80 kV und Schirmströmen von 1 bis $40 \cdot 10^{-5}$ A in Abhängigkeit vom Schirmträger, zu dem Metall, Glas und metalleingefaßtes Glas genommen wurden. Es ergibt sich bei Metall (Al) als Schirmträger ein etwas weniger als proportionales Ansteigen der Helligkeit bei Vergrößerung der Spannung oder des Schirmstromes. Die höchste erreichte Helligkeit beträgt 120 IK. — Bei Glas als Schirmträger ist die Helligkeit unabhängig von der Anodenspannung und nur abhängig vom Schirmstrom. Hierfür wird eine Erklärung gegeben. Die Helligkeit nimmt verglichen mit der des Metallschirms sehr langsam zu. Bei metalleingefaßtem Glas als Schirmträger nähert sich die erreichte Helligkeit der des Metallschirms. Dreht man nun letztgenannten Schirm um seine Mittelachse, so treten gewisse Verzerrungen eines darauf geschriebenen Rasters auf. Sie entstehen durch Aufladung der metallfreien Schirmteile, die auf den schreibenden Elektronenstrahl zusätzlich ablenkend wirken. Diese Erscheinung und ein daraus hergeleitetes neues Verfahren zur Untersuchung der durch Elektronenadsorption hervorgerufenen Aufladungen von Isolierstoffen wird beschrieben. [K. Scherer u. R. Rübsaat, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 12, S. 821; 7 S., 13 Abb.]

621. 318. 423. 024. 001 **Zur qualitativen Theorie gleichstromvormagnetisierter Eisendrosseln.** — An Hand einer idealisierten Magnetisierungskurve, aus mathematischen Gründen durch den Hyperbelsinus dargestellt, wird für erzwungene sinusförmige Induktionsänderung der zugehörige Feldstärkeverlauf einer gleichstromvormagnetisierten Eisendrossel abgeleitet. Wegen des Zusammenhanges zwischen Exponential- und Besselfunktionen:

$$e^{x \sin t} = \sum_{-\infty}^{\infty} I_n (j x)\, e^{-j n t},$$

der sich leicht auf hyperbolische Funktionen erweitern läßt, kann man die magnetisierende Feldstärke sofort in ihren Fourieranteilen anschreiben.

Es wird gezeigt, daß eine magnetische Gleichrichtung auftritt, und deren Größe und Wirkung dargelegt. Die bekannten Regelkurven, sowohl für die Grundwelle der Feldstärke als auch ihren Effektivwert, werden ermittelt und besprochen. Da das Ergebnis in Form einer Fourierreihe erscheint, können auch alle Oberwellenfragen sofort übersehen werden. In diesem Zusammenhange wird insbesondere auf den Einfluß der Polarität der Vormagnetisierung und auf die Wirkung von Induktionsoberwellen hingewiesen, mit deren Hilfe bekanntlich einzelne Feldstärkeoberwellen unterdrückt werden können. Da die allgemeine mathematische Behandlung dieser Fragen zu umfangreich und unübersichtlich ist, wird jedoch lediglich der praktisch wichtige Fall der zweiten Induktionsoberwelle mit 90° Phasenverschiebung untersucht. Abschließend wird kurz darauf hingewiesen, wie eine derartige Anordnung zur Oberwellenkompensation physikalisch ausgeführt wird. [Th. Wasserrab, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 12, S. 814; 7½ S., 8 Abb.]

Physik.

537. 523. 4 : 537. 56 **Der elektrische Funke als photoionisierende Lichtquelle.** — Bei Untersuchungen von Gasentladungsvorgängen und zur Auslösung von Meßkreisen wird vielfach der elektrische Funke als photoionisierende Lichtquelle verwendet, da er sich gegenüber anderen photoelektrisch wirksamen Strahlern durch besonders ergiebige Elektronenauslösung auszeichnet. Im Schrifttum sind jedoch bisher zahlenmäßige Angaben über die elektronenauslösende Wirkung des Funkens nicht bekannt geworden. A. Wallraff und E. Horst untersuchen deshalb die photoionisierende Intensität des Funkenlichtes. Mit einem elektrometrischen Meßverfahren wird die vom Funkenlicht ausgelöste Elektronenmenge aus dem Ladungsverlust bestimmt, den eine negativ aufgeladene Meßelektrode bei Funkenbestrahlung erfährt.

Die von einer Funkenbestrahlung ausgelöste Elektronenzahl erweist sich als unerwartet groß; sie beträgt größenordnungsmäßig etwa 10^{10} Elektronen. Über ihre Abhängigkeit von den physikalischen Größen, die den bestrahlenden Funken und die Meßelektrode näher kennzeichnen, wird im einzelnen folgendes festgestellt. Mit der Funkenspannung U_f steigt die photoionisierend wirksame Intensität I des Funkens zunächst stärker als quadratisch an: $I \approx U_f^{2,6}$, bei größerer Funkenspannung ($U_f > 10$ kV) ist die Zunahme langsamer (Potenzexponent etwa 1,5 bis 2). Die Abhängigkeit von der Entladekapazität wird durch eine Potenzfunktion mit dem Potenzexponenten 0,7 wiedergegeben. Der Elektrodenwerkstoff der bestrahlenden Funkenstrecke ist von Einfluß auf die photoionisierende Wirkung; nach fallender photoelektrischer Wirkung lassen sich die untersuchten Werkstoffe in die Reihenfolge Al, Zn, Ms, Cu einordnen. An Fe-Meßelektrode beträgt die durch das Licht eines Al-Funkens ausgelöste Elektronenmenge etwa ⅓ bis ¼ der an Al-Meßelektrode freigemachten Elektronen. Die photoionisierende Wirkung des Funkenlichtes folgt nicht ganz dem in der Optik gültigen quadratischen Abstandsgesetz, sie nimmt in dem untersuchten Bereich mit wachsender Entfernung stärker ab (Potenzexponent etwa 2,4). Die Schwächung der lichtelektrischen Stärke des Funkenlichtes durch Absorption in der bei der Messung benutzten Quarzplatte von 5 mm Dicke betrug für den Aluminiumfunken 52%, für den Kupferfunken jedoch nur 22%.

Die beobachtete photoionisierende Wirkung des Funkenlichtes stützt die in letzter Zeit mehrfach geäußerte Ansicht, daß dem Eigenphotoeffekt einer Entladung für Zündung und Nachlieferung von Elektronen, namentlich beim Stoßdurchschlag, eine nennenswerte Bedeutung zukommt. [A. Wallraff und E. Horst, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 12, S. 789; 9½ S., 9 Abb.]

Digitized by Google

FÜR DEN JUNGINGENIEUR.

Bedeutung und Verbreitung der Alkali-Photozelle in lichtgesteuerten Anlagen.

Von H. Briebrecher, Berlin.

621. 383. 2. 004. 14

Übersicht. Die wesentlichen Eigenschaften photoelektrisch gesteuerter Apparate werden herausgestellt und in Vergleich gebracht mit den in ihrer Anwendung verwandten rein elektrischen Schalt- und Meßgeräten. Aus diesem Vergleich ergeben sich Richtlinien für die praktischen Aufgaben, die durch die Alkaliphotozelle einwandfrei gelöst werden können. An Hand von verschiedenen Anwendungsbeispielen werden die verschiedenartigen Anforderungen gezeigt, die an die Photozelle gestellt werden, ferner werden die Hilfsmittel angedeutet, die die Lösung der gestellten Aufgaben ermöglichen.

Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit auf dem Gebiete der Alkaliphotozellen hat in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte erzielt. Es konnten nicht nur die physikalischen Eigenschaften der Zelle (Stromempfindlichkeit, spektrale Empfindlichkeit, Konstanz)[1]) wesentlich verbessert werden, sondern es gelang auch, die technische Beherrschung der Fabrikation auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit zu bringen. Es hat den Anschein, als ob in dieser Richtung in nächster Zeit weitere grundlegende Verbesserungen nicht mehr zu erwarten sind. In der Ausführungsform der Zellen ist eine große Vielseitigkeit aufzuweisen. Schließlich lassen sich heute auch sehr große brauchbare Zellen herstellen[2]).

1. Vergleich mit elektrischen Schalt- und Meßgeräten.

Bei der Beurteilung der kennzeichnenden Eigenschaften lichtelektrischer Apparate drängt sich ein Vergleich der photoelektrischen Schalt- und Meßgeräte mit den in ihrer Verwendung verwandten rein elektrischen bzw. mechanisch-elektrischen Schalt- und Meßgeräten auf. Elektrische Schalt- und Meßgeräte haben die Aufgabe, elektrische Stromkreise zu überwachen. Sie können in beliebiger Entfernung von dem zu überwachenden Teil des Stromkreises aufgestellt werden und stehen zu ihm dadurch nur mittelbar in Beziehung.

Lichtelektrische Schalt- und Meßgeräte dagegen haben Lichtvorgänge zu überwachen. Sie sind an den Ort gebunden, an dem diese Lichtvorgänge auftreten. Lichtelektrische Fernsteuerungen im Sinne der elektrischen Fernsteuerungen sind unmöglich. Daraus erhellt aber auch, daß lichtelektrische Geräte sämtlichen Einflüssen, die an der Arbeitsstelle herrschen (Feuchtigkeit, Wärme, Schmutz, Erschütterungen, chemische Einflüsse), ausgesetzt sind. Auch in konstruktiver Hinsicht werden lichtelektrische Geräte besonders schweren Anforderungen unterworfen. Ihre starre Gebundenheit an den Arbeitsplatz erfordert auch vielfach eine bauliche Anpassung an die gegebenen Verhältnisse. Die Einführung des Lichtstrahles als Bauelement in die Technik brachte aber vielfach auch eine Anpassung der Maschinenkonstruktion an dieses neue Hilfsmittel. Die besonderen Vorzüge: Leistungsloses Steuern durch Unterbrechung eines Lichtstrahles und die Möglichkeit, diese Unterbrechung an beliebig vielen verschiedenen Stellen vornehmen zu können, schaffen hier die Grundlagen für neue Bauarten.

Bei dem Vergleich eines rein elektrischen oder mechanisch-elektrischen Gerätes mit einer lichtelektrisch gesteuerten Anordnung wird man in der Regel feststellen können, daß das lichtelektrische Gerät einen erheblich größeren Aufwand erfordert. In erster Linie ist dieser Aufwand bedingt durch die mehrfache Energieumformung (Lichtenergie, elektrische Energie, mechanische Energie), die bei jedem Steuervorgang durchlaufen werden muß. Ein einfacher, z. B. durch einen mechanischen Hebel betätigter Endschalter wird daher immer ein billigeres Gerät darstellen als ein entsprechender lichtelektrischer Apparat, der sich aus Lichtsender, Photozelle, Verstärker und Schaltrelais zusammensetzt. Unter diesen Umständen kann eine lichtelektrische Steuerung nur dann erfolgreich mit einer mechanischen oder elektrischen Steuerung in Wettbewerb treten, wenn sie ihr gütemäßig überlegen ist, d. h. wenn es mit ihrer Hilfe möglich ist, eine bestimmte Aufgabe besser und sicherer zu lösen.

2. Die Verbreitung der Photozellen in der Technik.

Die vorhin geschilderten Umstände gestalten die Planung einer lichtelektrischen Anlage wesentlich schwieriger als einer rein elektrischen oder mechanischen Steuerung. Es müssen besonders die optischen Fragen sorgfältig untersucht und geklärt werden, denn sie bilden die Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Photozelle in einem gegebenen Fall. Die optischen Verhältnisse sind aber bei den verschiedenen lichtgesteuerten Anlagen von einer außerordentlich großen Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit. Aus diesem Grund kann man bei der Beurteilung der Bedeutung und Verbreitung von Photozellen nicht die gleichen Maßstäbe anlegen, die man sonst in der Technik gewohnt ist.

Über die zahlenmäßige Verbreitung von Alkaliphotozellen in lichtgesteuerten Anlagen (außer Tonfilm und Fernsehen) sind genaue Angaben nicht möglich. Doch kann man wohl annehmen, daß in Deutschland einige tausend lichtgesteuerte Anlagen in Betrieb sind.

3. Die Aufgaben der Photozelle in lichtgesteuerten Anlagen.

Ihrer Eigenschaft als lichtempfindliches Organ entsprechend wird der Photozelle die Aufgabe gestellt, Lichteindrücke, von Farbe oder Helligkeit herrührend, zu erfassen. Vielfach findet man jedoch, auch in technischen Kreisen, die Auffassung, daß die Photozelle als „elektrisches Auge" an jeder Stelle das menschliche Auge zu ersetzen vermag. Hierbei übersieht man, daß das menschliche Auge aus einer Vielzahl von lichtempfindlichen Elementen besteht, während die Photozelle nur ein einziges lichtempfindliches Element darstellt. Es ist also nicht möglich, auf lichtelektrischem Wege unmittelbar Formen und Farben festzustellen; die Photozelle wird immer nur von dem mittleren Helligkeitswert der in ihrem Gesichtsfeld liegenden Gegenstände beeinflußt. Durch besondere Maßnahmen, z. B. durch die Abbildung des Schattens eines Körpers auf der lichtempfindlichen Fläche, gelingt es allerdings in vereinzelten Fällen, eine feste Beziehung zwischen der Form bzw. der Größe des Gegenstandes und dem auf die Photozelle einwirkenden Lichtstrom zu schaffen. Nur unter diesen Voraussetzungen läßt sich das menschliche Auge durch eine lichtelektrische Überwachung ersetzen.

Die Photozelle weist jedoch gegenüber dem menschlichen Auge eine Reihe von vorteilhaften Eigenschaften auf, nämlich die fehlende Adaptation, die Linearität

[1]) R. Sewig, ETZ 57 (1936) S. 137; W. Kluge, Z. techn. Phys. 16 (1935) S. 184.
[2]) W. Kluge, ETZ 57 (1936) S. 145.

Digitized by Google

zwischen Lichtreiz und Photostrom und die Trägheitslosigkeit. Hat die Photozelle eine ihren Eigenschaften entsprechende Aufgabe übernommen, so vermag sie diese auch tage- und monatelang bei ununterbrochen andauernder Betriebszeit einwandfrei zu erfüllen[3]). Hierin ist sie also dem menschlichen Auge, welches zudem bei einer Vielheit von Beobachtern noch verschieden arbeitet, bei weitem überlegen.

Bei aller Verschiedenheit der Verhältnisse und Bedingungen, denen die Photozelle im praktischen Betriebe unterworfen ist, lassen sich doch zwei große Gruppen aufstellen, in welche sich die meisten Anwendungsgebiete einordnen lassen. In dem einen Fall handelt es sich um die Vornahme eines Steuervorganges, in dem anderen Fall um die Durchführung einer Messung. Dazwischen ist natürlich eine Reihe von Übergangsstufen vorhanden, bei welchen Merkmale sowohl der ersten als auch der zweiten Art vorhanden sind.

Bei einer lichtelektrischen Steuerung wird die Auslösung des Steuervorganges fast immer durch einen bewegten Gegenstand vorgenommen, der seine Raumlage in bezug auf den Lichtstrahl zwischen Lichtquelle und Zelle ändert. In den meisten Fällen hat die Photozelle festzustellen, ob der Gegenstand eine vorgeschriebene Raumlage einhält oder nicht. Als Fühlorgan wird hier der Lichtstrahl verwendet, der den Gegenstand abtastet. Bei einer veränderten Raumlage wird der Lichtstrahl entweder vollständig unterbrochen oder mehr oder weniger geschwächt.

Bei lichtelektrischen Messungen befindet sich dagegen der Prüfgegenstand in Ruhe. Die verschiedenartigen Wirkungen auf die Photozelle werden hier entweder durch die Änderung der Farbe bzw. der optischen Eigenschaften (Glanz, Rauhigkeit) oder — bei selbstleuchtenden Gegenständen — durch die Änderung der Farbe bzw. der Lichtstärke ausgeübt.

Während bei lichtelektrischen Steuerungen an die Photozelle hohe Anforderungen in bezug auf Trägheitsfreiheit, Ansprechempfindlichkeit bei schwachen Lichtreizen und Unempfindlichkeit gegenüber verschiedenen äußeren Einflüssen gestellt werden, muß die Forderung auf absolute Konstanz ihrer Stromempfindlichkeit nicht unbedingt erhoben werden. Um auf Lichtunterschiede von 30 % oder 50 % sicher anzusprechen, kann eine zeitliche Änderung der Stromempfindlichkeit der Photozelle, z. B. von 5%, ohne weiteres zugelassen werden.

Die Verhältnisse sind jedoch grundlegend andere, wenn es sich darum handelt, lichtelektrische Messungen durchzuführen. Als Meßorgan hat die Photozelle die Aufgabe, jedem Helligkeitswert innerhalb einer bestimmten Lichtskala einen entsprechenden Stromwert zuzuordnen. Die geringste zeitliche Änderung der Stromempfindlichkeit der Photozelle geht dabei mit ihrem vollen Betrage als Meßfehler in die Messung ein. An die Photozelle müssen in diesem Fall besonders hohe Anforderungen hinsichtlich ihrer Unveränderlichkeit gestellt werden. Diese Forderungen können jeweils verschiedene Bauarten von Photozellen bedingen.

4. Anwendungsbeispiele lichtgesteuerter Geräte[4]).

Das weitaus größte Anwendungsgebiet finden die Photozellen in den industriellen Betrieben. Hier sind es vornehmlich Aufgaben der Werkstoffüberwachung und -bearbeitung, die ihnen übertragen werden. Eine besondere Bedeutung kommt den lichtgesteuerten Geräten dann zu, wenn es durch ihre Anwendung möglich wird, die menschliche Arbeitskraft zu ersetzen. Diese Bedeutung ist dann nicht nur dadurch gegeben, daß die Ersparnisse an Lohn die Anschaffungskosten der lichtelektrischen Einrichtungen in kurzer Zeit amortisieren, sondern auch dadurch, daß die menschliche Arbeitskraft von der vielfach ermüdenden und geisttötenden Überwachungstätigkeit freigemacht wird und für sinnvollere Arbeit verwendet werden kann.

Besonders frühzeitig hatte man die Vorteile lichtgesteuerter Zähleinrichtungen zum Zählen von Fabrikationsgeräten erkannt. Diese Massengüter (z. B. Zigarettenschachteln, Maschinenteile) verlassen auf einem Transportband die Fertigungsmaschine. Die Fabrikationsüberwachung erfordert eine genaue Überwachung der hergestellten Stückzahlen. Mechanische Zählvorrichtungen scheiden aus, weil die Fabrikationsgüter vielfach nicht in unmittelbarer Berührung mit einem mechanischen Fühlhebel kommen dürfen. Eine subjektive Zählung ergibt — vor allem bei großen Zählgeschwindigkeiten und längerer Arbeitsdauer — erhebliche Fehler. Lichtelektrische Zähleinrichtungen lösen nun diese Aufgabe einfach und

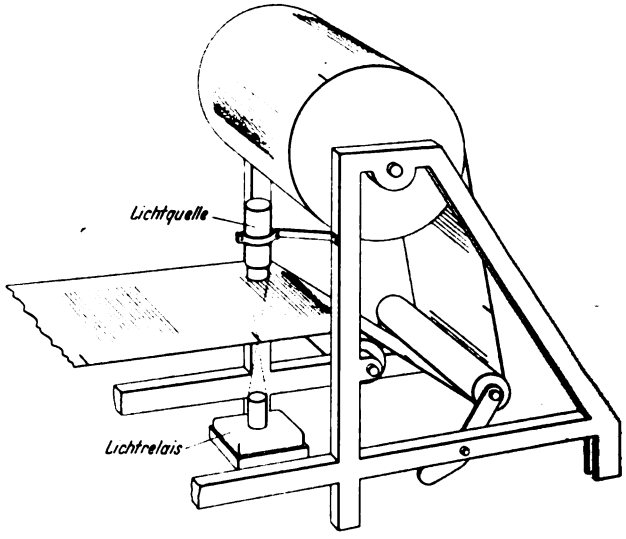


Abb. 1. Abtastung eines Papierbandes durch eine Photozelle.

sicher. Ein Lichtstrahl tastet das Fabrikationsgut berührungsfrei ab, so daß besondere Bedingungen über die Größe und Lage des Gutes nicht gestellt werden müssen. Die Zählgeschwindigkeit (bis zu 40 Zählungen/s) ist nur durch die Leistungsfähigkeit des mechanischen Zählwerkes begrenzt. Auch die Fehlerüberwachung von bandförmigen oder drahtförmigen Gütern hat bereits größere Verbreitung gefunden. In der Papierfabrikation wird z. B. das Zerreißen des Papierbandes auf lichtelektrischem Wege überwacht, während in der Zigarettenindustrie Fehlerstellen im Zigarettenpapier angezeigt werden.

Ähnliche Aufgaben sind in Blechwalzwerken zu lösen. Hier werden die ausgewalzten Metallbänder auf Fehlerstellen (Löcher, Risse) überwacht. Auch benutzen heute schon viele selbsttätige Fertigungsmaschinen den Lichtstrahl als Bauelement. So wird bei Abfüllmaschinen, welche selbsttätig bestimmte Gewichtsmengen von Massengütern (z. B. Mehl, Schrot) abwiegen und verpacken, die Photozelle als Überwachungs- und Steuerorgan verwendet. Die Photozelle überwacht hierbei während des Abfüllprozesses die Stellung des Zeigers der Waage. Bei einem bestimmten Zeigerausschlag wird der Kontrollichtstrahl unterbrochen und der Füllungsmechanismus durch das Lichtrelais abgestoppt. In der Verpackungsindustrie hatte man die Aufgabe zu lösen, das von einer Papierrolle ablaufende bedruckte Papier- oder Cellophanband, welches zum Einwickeln der Massengüter (Schokolade, Seife) dient, immer an einer bestimmten Stelle zu zerschneiden. Damit sollte erreicht werden, daß der Firmenaufdruck oder das Reklamebild in der Packung immer an der richtigen Stelle erschien. Das war mit den bisherigen Mitteln nicht ohne weiteres möglich, denn auch bei der genauesten Einstellung der Schnittlänge des Messers war es unver-

[3]) Siehe ETZ 57 (1936) S. 147, Abb. 5.
[4]) F. Tuczek, ETZ 57 (1936) S. 141.

Digitized by Google

meidlich, daß kleine Schneidefehler sich nach hundert oder tausend Schnitten so weit vergrößert hatten, daß störende Fehler entstanden. Derartige Ungenauigkeiten wirkten sich besonders dann sehr unangenehm aus, wenn auch die einzelnen Aufdrucke auf dem Papierband nicht immer genau in demselben Abstand folgten, sondern infolge veränderter Luftfeuchtigkeit oder Dehnung verschiedene Längen aufwiesen. Hier ist es nur mit Hilfe der Photozelle möglich gewesen, das Papier genau abzutasten und immer an der richtigen Stelle, die z. B. durch einen dünnen Markierungsstrich angedeutet sein kann, den Schneidvorgang einzuleiten (Abb. 1).

Die berührungsfreie Abtastung des Fabrikationsgutes durch den Lichtstrahl hat der Photozelle auch in der Textilindustrie zu einer ständig wachsenden Bedeutung verholfen. Es gibt besonders bei empfindlichen Geweben außer der lichtelektrischen Steuerung keine andere Möglichkeit einer selbsttätigen Steuerung, wie sie z. B. bei der Ausrichtung der Stoffkanten oder der Einhaltung einer bestimmten Breite des Stoffbandes notwendig ist.

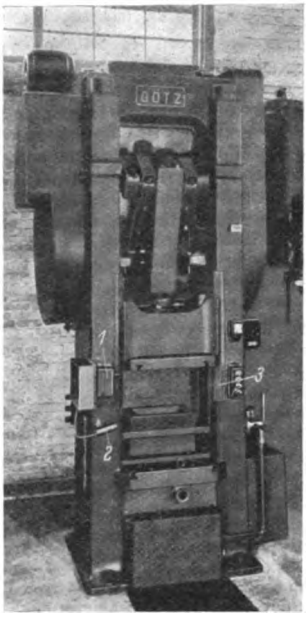
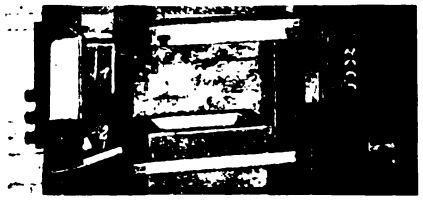


Abb. 2a. Lichtelektrischer Fingerschutz an einer Presse.

Den schwersten Beanspruchungen wird die Photozelle in den Walzwerkbetrieben ausgesetzt. Hier wird der Photozelle die Aufgabe gestellt, von der Strahlung des mehr oder weniger glühenden Walzgutes beeinflußt, Walzwerkmaschinen (z. B. Scheren, Haspeln) selbsttätig zu steuern[5]). Die Photozelle muß daher räumlich an der Walzstraße angeordnet werden und ist hier den stärksten Einwirkungen durch Erschütterungen, Verschmutzung, Wärme und Feuchtigkeit ausgesetzt. Durch besondere Vorkehrungen (künstliche Kühlung, staubdichte Abkapselung, mechanisch feste Ausführung) muß die Photozelle vor diesen Einflüssen geschützt werden.



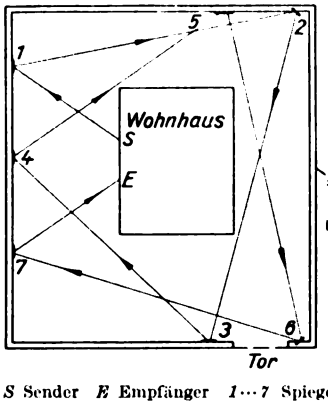
1 Lichtrelais
2 Scheinwerfer
3 Spiegel

Abb. 2b. Ausschnitt aus der Abb. 2a.

In verhältnismäßig noch geringem Umfang findet man heute in den Betrieben Photozellen im Dienst der Unfallverhütung vor. In erster Linie sind es Pressen und Stanzen, welche z. Z. mit lichtelektrischen Sicherungseinrichtungen ausgerüstet werden. Ein Beispiel einer solchen Sicherung zeigen Abb. 2a und b. Der von dem Scheinwerfer ausgehende Lichtstrahl wird über Umlenkspiegel vor dem Stempel der Presse hin- und hergeführt, bis er auf die Photozelle fällt. Jede Unterbrechung des Lichtstrahles — etwa durch die Hand des Arbeiters — hat eine sofortige Stillsetzung der Presse zur Folge. Am einfachsten kann dieser Schutz an Maschinen mit elektrischem Einzelantrieb angebracht werden, da hier zur Stillsetzung des Antriebes die Abschaltung des Motors genügt. Schwieriger ist es jedoch, bei Maschinen mit Transmissions- oder Schwungradantrieb eine betriebssichere und einfache Lösung für die Ausschaltung und Abbremsung der Antriebsvorrichtung zu finden, so daß bei dieser Art von Pressen und Stanzen vorläufig mit einer Einführung der lichtelektrischen Schutzeinrichtung noch nicht zu rechnen ist.

Von den zahlreichen dem Schutz und der Sicherheit dienenden lichtgesteuerten Anlagen verdienen die Schutzeinrichtungen gegen Feuerraumexplosionen und die Rauchmeldeeinrichtungen besondere Erwähnung. Feuerraumexplosionen können dann entstehen, wenn die Flamme bei schwacher Belastung ausgeht. Es kann dann flüssiger oder gasförmiger Brennstoff unentzündet in den Feuerraum nachströmen und sich leicht an den nachglühenden Wänden des Feuerraumes explosionsartig entzünden. Bei der lichtelektrischen Flammenüberwachung wird die Flamme durch eine Photozelle überwacht und beim Aufhören der Flamme die Öl- und Luftzufuhr abgesperrt. Rauchmeldeeinrichtungen beruhen auf der Schwächung eines Lichtstrahles durch auftretende Rauchgase. Die Photozelle kann in diesem Fall zur Auslösung von Feuerlöscheinrichtungen oder Alarmeinrichtungen verwendet werden.

Eine besonders wichtige Aufgabe hat die Photozelle durch die Sicherung ganzer Räume und Gebäude gegen Einbruch zu erfüllen (Abb. 3). Man umgibt den zu schützenden Raum mit infraroten Lichtstrahlen, die, von einem Scheinwerfer *S* ausgehend, über eine Reihe von Umlenkspiegeln geführt werden und auf die im Empfänger *E* angeordnete Photozelle fallen. Da die Anlage durch die Verwendung infraroter Lichtstrahlen von Uneingeweihten nicht als solche erkannt werden kann, und bei jedesmaligem Unterbrechen des Lichtstrahles das Alarmsignal ausgelöst wird, läßt sich der denkbar höchste Schutzwert erreichen. Durch Verwendung von moduliertem Steuerlicht (Wechsellicht) und eines hierauf abgestimmten Empfängers wird die Einrichtung unabhängig von dem z. B. durch das Sonnenlicht überlagerten Gleichlicht.



S Sender *E* Empfänger *1*···*7* Spiegel

Abb. 3. Lichtelektrische Raumschutzanlage.

In der Werbetechnik läßt sich die Photozelle dazu verwenden, Lichtreklameanlagen einzuschalten, um die Aufmerksamkeit auf die beleuchtete Anlage zu lenken. In ausgedehntem Umfang macht man von dieser Möglichkeit bei Tankstellenanlagen Gebrauch. Die Photozelle, die eine allseitig empfindliche Kathode erhalten hat, ist im Lichtrelais so angeordnet, daß sie das Licht in waagerechter Richtung von allen Seiten empfangen kann.

Das Lichtrelais wird bei der Tankstelle an einem erhöhten Standort angebracht, so daß das Blickfeld der Photozelle die gesamte Straße umfaßt. Der Lichtschein des ankommenden Wagens löst in ihr einen lichtelektrischen Strom aus, der nach vorheriger Verstärkung die Beleuchtung der Tankstelle für eine bestimmte Zeit einschaltet.

Neben diesen lichtgesteuerten Werbeanlagen, von denen jede einzelne doch einen verhältnismäßig kleinen Umfang aufweist, verfügt die Lichtreklametechnik heute durch Verwendung des Thyratrons[6]) in dem „Glühlampen-Filmbild" über lichtelektrische Großanlagen von einer ungewöhnlichen Werbekraft[7]). Das Glühlampen-Filmbild

[5]) ETZ 57 (1936) S. 150.

[6]) W. Kluge u. H. Briebrecher, ETZ 56 (1935) S. 735.
[7]) K. Krüger, AEG-Mitt. (1937) S. 153.

Digitized by Google

dient zur Übertragung des Bildes eines Bildwerfers auf eine leuchtende Fläche, die durch ein Glühlampenfeld dargestellt wird. Der prinzipielle Aufbau der Gesamtanlage geht aus Abb. 4 hervor. Der Bildwerfer wirft das zu übertragende Bild eines Werbe- oder Trickfilmes auf ein Photozellenfeld, das aus einigen hundert bis einigen tausend schachbrettartig angeordneten Photozellen besteht

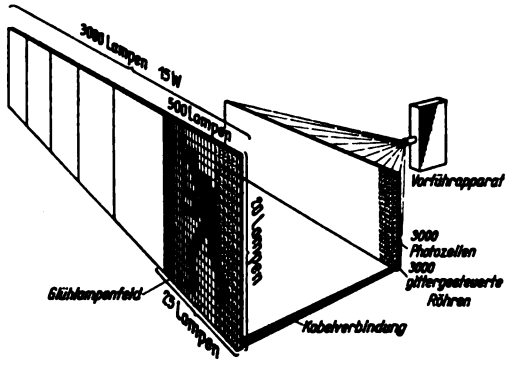


Abb. 4. Glühlampenkino, grundsätzliche Anordnung der Anlage.

(Abb. 5). Jeder Photozelle ist ein Thyratron und eine im Glühlampenfeld angeordnete Glühlampe zugeordnet, und der von ihr erfaßte Bildeindruck (hell oder dunkel) wird über das Thyratron auf die Glühlampe übertragen. Auf diese Weise erscheint auf dem Glühlampenfeld in Hell-Dunkel-Zeichnung eine genaue Wiedergabe des auf das

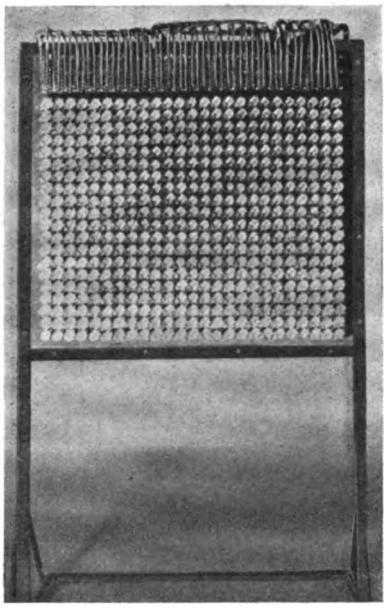


Abb. 5. Auffangschirm mit Photozellen.

Photozellenfeld geworfenen Filmbildes. Es können Bilder von fast unbegrenzter Mannigfaltigkeit und in rascher Aufeinanderfolge durch das Glühlampen-Filmbild wiedergegeben werden, so daß damit die Leistungsfähigkeit mechanisch gesteuerter Lichtreklameanlagen bei weitem übertroffen wird.

Von den Anwendungsgebieten, die die Durchführung einer lichtelektrischen Messung bedingen, hat die Überwachung der Tageshelligkeit durch die Photozelle größte Bedeutung erlangt. Es wird ihr die Aufgabe übertragen, sowohl den Helligkeitsverlauf aufzuzeichnen, als auch bei dem Erreichen bestimmter Helligkeitswerte während der Dämmerung Schalthandlungen auszulösen. Diese Aufgaben setzen Photozellen von größter Überlastbarkeit und Unveränderlichkeit voraus. So muß die Photozelle die Einwirkung des direkten Sonnenlichtes mit einer Beleuchtungsstärke von 100 000 lx und ihren thermischen und chemischen Einflüssen ohne Ermüdungserscheinungen aushalten und kurze Zeit später Dämmerungshelligkeiten von einigen zehntel Lux genau anzeigen.

Ihre praktische Anwendung hat die Photozelle im Dämmerungsanzeiger bei der selbsttätigen Steuerung von Straßenbeleuchtungsanlagen gefunden[8]). Die Wichtigkeit der rechtzeitigen Einschaltung der Straßenbeleuchtung für die Verkehrssicherheit, besonders in den Großstädten, wird heute von allen Seiten erkannt. Durch die selbsttätige Überwachung der Tageshelligkeit wird nicht nur für die Einhaltung bestimmter Beleuchtungsstärken auf den Verkehrsstraßen gesorgt, sondern es werden auch durch die Vermeidung von unnötig langen Brennzeiten die geringsten Beleuchtungskosten erreicht.

Für Kraftwerke und Überlandwerke ist es oft wichtig, den Tageshelligkeitsverlauf im gesamten Versorgungsgebiet von einer Stelle aus überwachen zu können. Hierzu dienen ebenfalls Photorelais, die z. B. an der Außenfront einer Transformatorstation eingebaut werden können. Auf diese Weise ist es möglich, rechtzeitig vor dem Einbruch der Dämmerung zu erkennen, in welchen Gebietsteilen z. B. das vorzeitige Auftreten der Lichtspitze zu erwarten ist, und danach die Bereitstellung der Leistungsreserven zu veranlassen. Hier wird der verstärkte lichtelektrische Strom zur Fernmessung und Fernaufzeichnung über große Entfernungen verwendet.

Die schwierigsten meßtechnischen Aufgaben werden der Photozelle bei der Messung von Farben und Farbtönungen von Papier, Geweben und keramischen Stoffen gestellt. Die Farbe eines Körpers wird durch die Summe der einzelnen über den ganzen sichtbaren Spektralbereich zurückgestrahlten Helligkeitswerte gebildet. Um ein objektives Maß für die Farbe eines Körpers zu haben, muß dieser also nacheinander mit dem Licht möglichst enger Spektralbereiche angestrahlt und der reflektierte Anteil für jeden Wellenbereich durch die Photozelle gemessen werden. Die Farbe des Körpers wird dann durch einen Kurvenzug dargestellt, der diese Werte für jede Wellenlänge des sichtbaren Gebietes angibt. Der auf dieser Grundlage arbeitende photoelektrische Farbmesser gestattet die Ermittlung der Zusammensetzung beliebiger Farbtöne und Farbgemische und ist aus diesem Grunde ein wichtiges Meßgerät in der Hand des Textil- und Papierfabrikanten geworden. An die Photozelle müssen hierbei die schärfsten Anforderungen in bezug auf die Reproduzierbarkeit der spektralen Empfindlichkeit gestellt werden.

Zusammenfassung.

Mit den in dieser Zusammenstellung gezeigten praktischen Beispielen der Verwendung von Alkaliphotozellen in lichtgesteuerten Anlagen sind die möglichen Anwendungsgebiete für Photozellen bei weitem nicht erschöpft. Es gibt an und für sich kaum einen Meß- oder Steuervorgang, den man nicht auch mit Hilfe der Alkaliphotozelle durchführen könnte. Es kann jedoch nicht im Sinne der fortschreitenden Einführung der Photozelle in lichtgesteuerte Anlagen sein, ihr wahllos jede Aufgabe zu übertragen, die sie „auch" zu beherrschen vermag. Vielmehr soll sie nur dort verwendet werden, wo ihre Einführung einen technischen oder wirtschaftlichen Fortschritt bedeutet. Auch hier muß die zusätzliche Forderung erfüllt werden: Es muß die geeignete Photozelle am richtigen Ort in der zweckmäßigsten Anordnung verwendet werden.

[8]) ETZ 57 (1936) S. 152.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Bergwerksanlagen.

Der Ausschuß für Bergwerksanlagen hat zu den am 1. Januar 1938 in Kraft tretenden Vorschriften

VDE 0118 „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)"

die nachstehenden Änderungon beschlossen. Diese Änderungen sind vom Vorsitzenden des VDE im November 1937 genehmigt worden und treten mit dem 1. Januar 1938 in Kraft.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Änderungen

an

VDE 0118/1937

Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.).

§ 1.

Geltungsbeginn.

Die Vorschriften treten am 1. Januar 1938 in Kraft[1]).

Für Schalter nach § 8e) Ziffer 2, Steckvorrichtungen nach §§ 16, 29m) und Motoren nach § 29e) wird eine Übergangsfrist bis zum 1. Januar 1939 eingeräumt.

Eine Anpassung bestehender Anlagen an die nach ihrer Errichtung in Kraft getretenen Vorschriften ist nur insoweit erforderlich, als die Belassung des bisherigen Zustandes das Leben oder die Gesundheit von Personen gefährdet oder eine Brand- oder Explosionsgefahr bedeutet.

§ 2.

Geltungsbereich.

Der zweite Absatz erhält folgenden Wortlaut:

„Bei Änderungen und Erweiterungen sowie beim Umsetzen elektrischer Anlagen innerhalb einer Schachtanlage ist eine Erneuerung oder ein Ersatz elektrischer Betriebsmittel nur insoweit erforderlich, als sich aus der Belassung der bisherigen Betriebsmittel Gefahren ergeben können."

§ 4.

Die Vorschrift b) erhält folgende neue Fassung:

„b) Elektrische Betriebsmittel dürfen nur innerhalb des Verwendungsbereiches (Nennleistung, Stromart, Nennstromstärke, Nennspannung, Nennfrequenz und Betriebsart), für den sie gebaut sind, benutzt werden. Schalter und Steckvorrichtungen, die für eine geringere Spannung als 250 V gebaut sind, dürfen nur in Fernmeldeanlagen und auch nur dann verwendet werden, wenn diese nicht unmittelbar an das Netz angeschlossen sind."

Der zweite Absatz der Vorschrift d) wird wie folgt geändert:

„Holz, Schiefer und Marmor sind als Träger Spannung führender Teile auch innerhalb von elektrischen Betriebsmitteln nur unter Öl zulässig [Ausnahmen siehe §§ 15c) und 24a)]."

§ 5.

Schutz gegen Berührung betriebsmäßig unter Spannung stehender Teile.

Der zweite Absatz der Vorschrift a) erhält folgenden Wortlaut:

„Bei Anlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber gilt dies auch für die mit Isolierstoff bedeckten, betriebsmäßig unter Spannung stehenden Teile; ausgenommen hiervon sind Kabel."

§ 6.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

b) Ziffer 1, zweiter Absatz wird wie folgt geändert:

„Lackierung, Emaillierung und Oxydierung allein gelten nicht als Isolierung im Sinne des Berührungsschutzes."

d) Ziffer 5 wird wie folgt geändert:

„5. Der Querschnitt des Schutzleiters in beweglichen Leitungen muß bei Leitern bis 10 mm² mindestens so stark wie diese gewählt werden. Für größere Querschnitte gilt Tafel I. In jedem Falle sind jedoch bei Schutzerdung die Bestimmungen unter b) Ziffer 2 und bei Nullung die Bestimmungen unter b) Ziffer 3 zu erfüllen."

§ 8.

Überstromschutz.

Die Vorschrift b) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„b) In Drehstromnetzen mit nichtgeerdetem Sternpunkt brauchen Selbstschalter nur zwei Auslöser zu haben. Als Auslöser gelten auch Schmelzsicherungen in Verbindung mit Selbstschaltern mit Spannungsauslösung oder in Verbindung mit Schützen, wenn beim Durchschmelzen einer Sicherung der Schalter oder das Schütz allpolig abschaltet.

Bei geerdetem Netzpunkt sind Auslöser für alle nichtgeerdeten Außenleiter erforderlich.

Schmelzsicherungen sind stets in alle Außenleiter einzubauen."

In Vorschrift e) werden Tafel II und III A wie folgt geändert:

Tafel II.

Zulässige Dauerbelastung von Leitungen mit Kupfer- oder Aluminiumleitern.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Gummi- und Papierbleikabel						
Nennquerschnitt	isolierte Leitungen und Gummischlauchleitungen	Einleiterkabel	Zweileiterkabel	Dreileiterkabel	Vierleiterkabel	Verseilte Dreileiterkabel mit gemeinsamem Bleimantel		
		verseilt mit gemeinsamem Bleimantel						
		bis 1 kV				über 1···3 kV	über 3···6 kV	über 6···10 kV
mm²	zulässige Dauerbelastung in Ampere							
0,75	10	—	—	—	—	—	—	—
1	12	—	—	—	—	—	—	—
1,5	16	27	23	19	17	—	—	—
2,5	27	38	30	27	23	—	—	—
4	35	50	40	35	30	—	—	—
6	48	65	50	45	40	45	—	—
10	66	85	70	60	50	60	55	50
16	90	115	90	85	70	80	75	65
25	110	150	115	100	95	100	100	85
35	140	190	140	125	110	125	120	100
50	175	235	175	150	140	150	145	125
70	215	285	210	185	170	185	175	150
95	260	345	250	220	200	220	210	180
120	305	400	285	255	225	250	245	210
150	350	460	325	300	265	285	280	240
185	400	515	370	340	300	325	315	270

Für Gummi- und Papierbleikabel mit Aluminiumleitern beträgt die Belastbarkeit 80% der in Tafel II angegebenen Werte.

[1]) Genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im März 1937. — Veröffentlicht: ETZ 57 (1936) S. 931, 955, 987; 58 (1937) S. 577. — Änderungen in §§ 1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 29, 30, 32, 34, 35 (gültig ab 1. 1. 1938) genehmigt durch den Vorsitzenden des VDE im November 1937. Veröffentlicht: ETZ 58 (1937) S. 1353.

Digitized by Google

Tafel III A. Höchste Nennstromstärke der Schmelzsicherungen für Dauerbetrieb.

1	2	1	2
zulässige Dauerbelastung der Leitung A	höchste Nennstromstärke der Schmelzsicherung A	zulässige Dauerbelastung der Leitung A	höchste Nennstromstärke der Schmelzsicherung A
12	6	140	125
16	10	175	160
22	15	215	200
27	20	260	225
35	25	305	260
48	35	350	300
66	60	400	350
90	80	480	430
110	100	570	500

§ 11.

Akkumulatoren.

Die Vorschrift f) wird wie folgt geändert:

„f) Zur Beleuchtung der Akkumulatorenräume und Laderäume sind nur schlagwettergeschützte Leuchten zulässig."

Es wird eine neue Vorschrift g) folgenden Wortlautes eingefügt:

„g) Die Vorschriften unter d), e) und f) gelten nicht für Räume, in denen nur tragbare Akkumulatorenbatterien aufgestellt oder geladen werden."

§ 13.

Neue Überschrift:

Ausführung von Schalt- und Verteilungsanlagen in elektrischen Betriebsräumen und in abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen.

Die Vorschrift b) erhält folgende Neufassung:

„b) Die Bedienungsgänge müssen hinreichend hoch und breit bemessen werden.

Bedienungsgänge nichtgekapselter Schalt- und Verteilungsanlagen müssen mindestens 1 m breit sein. Werden zu beiden Seiten der Gänge ungeschützte, Spannung gegen Erde führende Teile in erreichbarer Höhe angebracht, so müssen die Bedienungsgänge mindestens 2 m breit sein. In Gängen, die nur Kabelendverschlüsse, Sammelschienen und Leitungsverbindungen unter Schutz gegen zufällige Berührung enthalten, die also nicht betriebsmäßig, sondern nur zur Nachprüfung betreten werden, darf die Breite auf 0,6 m verringert werden.

In Gängen müssen Spannung führende Teile besonders geschützt werden, wenn sie weniger als 2,5 m hoch liegen."

In der Vorschrift c) wird in der 8. Zeile an Stelle von Schutzhüllen gesetzt „Schutztüllen".

Die Vorschrift e) erhält folgenden neuen Wortlaut:

„e) Blanke, Spannung führende Teile in Schalt- und Verteilungsanlagen müssen von Schutzvorrichtungen, Rohren, Wänden und sonstigen metallenen Gegenständen einen Mindestabstand nach Tafel IV haben.

Tafel IV.

1	2
Abstand blanker, Spannung führender Teile von	mindestens mm
Geländern	500
Gittern, Gittertüren	a + 100
Blechverkleidungen, Blechtüren, Rohren, Kabelbewehrungen u. dgl.	a + 30
gekapselten Geräten	a
nichtmetallenen Wänden	a

Der Wert für die Schlagweite a ist aus Tafel V zu entnehmen.

Die Schlagweite gibt an:

den Luftabstand

1. verschiedener Pole gegen Erde,
2. verschiedener Pole gegeneinander,
3. in ausgeschaltetem Zustand getrennter Teile gleichnamiger Pole gegeneinander

Tafel V.

1	2
Spannung V	a mm
bis 125	15
über 125 „ 1000	40
„ 1000 „ 3000	75
„ 3000 „ 6000	100
„ 6000 „ 10 000	125

§ 14.

Schalter.

Der 1. Absatz der Vorschrift h) erhält folgenden Wortlaut:

„h) Am Antrieb von Leistungsschaltern muß der Betätigungssinn zweifelfrei erkennbar sein."

Die Vorschrift l) wird wie folgt geändert:

„l) Werden Ölschalter mit Überstromauslösern mit mehr als 75% ihrer Nenn-Ausschaltleistung bei Betriebsspannung beansprucht, so sind die Vorschriften in § 10c) und d) sinngemäß anzuwenden."

§ 16.

Steckvorrichtungen.

Der zweite Absatz der Vorschrift e) erhält folgenden Wortlaut:

„Steckvorrichtungen müssen so angebracht werden, daß die Hohlkontakte (Buchsen) an der Stromzuleitung, die Vollkontakte (Stecker) an der Stromableitung liegen."

§ 17.

Schmelz- und Durchschlagsicherungen.

Die Vorschrift d) erhält folgende Neufassung:

„d) Bei Anlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber müssen vor den Schmelzsicherungen Trennstellen liegen, die ein Auswechseln der Sicherungen im spannungslosen Zustande ermöglichen. Ausgenommen hiervon sind Sicherungen für Spannungswandler in nicht schlagwettergefährdeten Grubenräumen.

Für zwei oder mehrere zu einer Betriebseinheit gehörende Schmelzsicherungen genügt eine gemeinsame Trennstelle."

§ 18.

Die Vorschrift a) wird wie folgt geändert:

„a) Handgeräte mit eingebautem Antrieb — z. B. Bohrmaschinen und sonstige Elektrowerkzeuge — dürfen bei Wechselstrom nur für Nennspannungen bis 125 V, bei Gleichstrom nur für Nennspannungen bis 250 V verwendet werden.

In trockenen Grubenräumen sind bei Wechselstrom Handgeräte mit Nennspannungen bis 250 V zulässig."

Die Vorschrift c) erhält folgende Neufassung:

„c) Als Zuleitung zu ortsveränderlichen Betriebsmitteln die häufig ihren Aufstellungsort wechseln, dürfen nur Gummischlauchleitungen starker Ausführung (NSH) nach VDE 0250 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L." oder mindestens gleichwertige Leitungen verwendet werden. Die Zuleitung muß an der Einführungsstelle gegen starke Verbiegung oder Verletzung, z. B. durch scharfe Metallränder, geschützt werden.

Anfang und Ende der Zuleitung sind mit geeigneten Mitteln so einzuführen, daß die Anschlußstellen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllungen gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sind."

§ 19.

Die Vorschrift a) wird wie folgt geändert:

„a) Leuchten und Zubehör müssen mindestens für 250 V gebaut sein.

Kleinere Fassungen als Edison E 27 sind unzulässig. Ausgenommen hiervon sind Fassungen für Scheinwerfer auf Lokomotiven und Melde- und Signallampen in Schaltanlagen."

Es wird eine neue Vorschrift b) eingefügt folgenden Wortlautes:

„b) Die Verwendung von Swan-Fassungen ist zulässig."

Die bisherige Vorschrift b) erhält den Kennbuchstaben c) und folgenden neuen Wortlaut:

„c) Beleuchtungsanlagen mit Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde sind nur als ortsfeste Anlagen im Anschluß an Gleichstrombahnen zulässig. In solchen Anlagen dürfen nur Fassungen verwendet werden, deren äußere Teile ganz aus Isolierstoff bestehen; ausgenommen sind Beleuchtungseinrichtungen auf Fahrdrahtlokomotiven."

Die bisherigen Vorschriften c) bis h) erhalten die neuen Kennbuchstaben d) bis i).

§ 20.

Zulässige Leitungen.

Der erste Absatz der Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Isolierte Leitungen müssen VDE 0250, Bleikabel VDE 0255 und Gummibleikabel VDE 0265 entsprechen oder diesen mindestens gleichwertig sein."

Digitized by Google

Der erste Absatz der Vorschrift b) erhält folgenden Wortlaut:

„b) Zulässig in nicht schlagwettergefährdeten Grubenräumen sind die nachstehend aufgeführten oder diesen mindestens gleichwertige Leitungen, soweit unter d) nicht etwas anderes bestimmt ist:"

Die Überschrift der Ziffer 2 in der Vorschrift b) wird wie folgt geändert:

„2. Gummiaderleitungen (NGA) und Sondergummiaderleitungen (NSGA) bei Betriebsspannungen bis 750 V".

Die Vorschrift c), erster Absatz, erhält folgenden Wortlaut:

„c) Zulässig in schlagwettergefährdeten Grubenräumen sind die nachstehend aufgeführten oder diesen mindestens gleichwertige Leitungen, soweit unter d) nicht etwas anderes bestimmt ist:"

c) Ziffer 2 erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„2. Wetterfest umhüllte Gummiaderleitungen (NGAW) für Betriebsspannungen bis 750 V

in elektrischen oder abgeschlossenen elektrischen Betriebsräumen als Verbindungsleitungen zwischen Widerständen, Anlaß- und Steuergeräten und in Schaltanlagen;

in Schalt- oder Verteilungsanlagen, die in abschließbaren Schaltschränken untergebracht sind."

Die Vorschrift d) erhält folgenden Wortlaut:

„d) Zulässig in Strecken mit mehr als 45° Neigung und in Schächten — auch wenn es sich um schlagwettergefährdete Grubenräume handelt — sind die nachstehend aufgeführten oder diesen mindestens gleichwertige Leitungen."

§ 22.

Leitungsverlegung und Leitungsanschlüsse.

In den Vorschriften e) Abs. 1, e) Ziffer 4, f) Abs. 2 ist jeweils an Stelle des Wortes „gleichwertige" zu setzen „mindestens gleichwertige".

Die Vorschrift h) erhält folgenden neuen Wortlaut:

„h) Die Erde sowie Metallhüllen von Kabeln und kabelähnlichen Leitungen dürfen nicht zur betriebsmäßigen Stromführung benutzt oder mitbenutzt werden."

§ 23.

Fahrleitung und Zubehör.

Die Vorschrift a) wird wie folgt geändert:

„a) Es sind nur Betriebsspannungen bis 750 V zulässig."

Die Vorschrift c) erhält folgende Neufassung:

„c) Die Höhe der Fahrleitung über Schienenoberkante muß betragen:

mindestens 1,8 m bei Motornennspannungen bis 220 V,

mindestens 2,2 m bei Motornennspannungen über 220 bis 550 V und bei Umlegungen oder Erweiterungen von Wechselstrom-Bahnanlagen,

mindestens 2,5 m bei Motornennspannungen über 550 V.

Dabei darf die höchste Fachdrahtspannung bei einer Fahrleitungshöhe von

1,8 m	280 V,
2,2 m	650 V,
2,5 m	850 V

nicht überschreiten."

Der erste Absatz der Vorschrift f) wird wie folgt geändert:

„f) Fahrleitungen müssen an keramischen oder diesen gleichwertigen Isolatoren verlegt werden."

§ 24.

Lokomotiven.

Die bisherige Vorschrift f) wird gestrichen.

Die bisherigen Vorschriften g) bis p) erhalten die Kennbuchstaben f) bis o).

Der zweite Absatz der Vorschrift h) (bisher i) erhält folgenden Wortlaut:

„Bei Verbundlokomotiven, bei denen die Ladung der Akkumulatoren vom Fahrdraht aus erfolgt, muß dafür gesorgt sein, daß sich gefährliche Knallgasmengen im Batteriebehälter nicht ansammeln können."

§ 29.

Schlagwettergefährdete Grubenräume.

c) Ziffer 2 wird wie folgt geändert:

„2. von einer bergbehördlich anerkannten Versuchsstrecke als schlagwettergeschützt bescheinigt sind;"

Die Vorschriften d), e) und f) erhalten folgende Neufassungen:

„d) Isolierte Wicklungen von Maschinen, Transformatoren und Wechselstrom-Hubmagneten, die nicht nach VDE 0170 gekapselt sind, sowie nicht für Dauereinschaltung bemessene Widerstände müssen durch Schutzeinrichtungen (z. B. Motorschutzschalter, Wärmewächter) gegen Überschreiten der zulässigen Erwärmung der Wicklungen infolge von Überlastung gesichert werden. Diese Schutzeinrichtungen müssen so eingebaut oder angeordnet werden, daß ihre für einen gefahrlosen Betrieb wesentlichen Eigenschaften gewahrt bleiben.

e) In druckfester Kapselung müssen verwendet werden:

Motoren für ortsveränderliche Betriebsmittel im Abbau,
Motoren für Bohrmaschinen und Luttenlüfter,
Maschinen und Transformatoren, deren Stromaufnahme bei Nennleistung kleiner als 1 A ist, mit Ausnahme von Spannungswandlern in Ölkapselung nach VDE 0170 und Spannungswandlern, die nur zu Meßzwecken oder für Meldelampen benutzt werden, sowie Transformatoren, die auf der Unterspannungsseite durch Stromsicherungen gegen Überlastung geschützt werden können, ferner allen anderen Betriebsmitteln, die sich im Dauerkurzschluß nicht unzulässig erwärmen (z. B. Schutztransformatoren nach § 10, Ziffer 1 von VDE 0550/1936).

f) Kurzschlußläufermotoren, die nicht nach VDE 0170 gekapselt sind, müssen Motorschutzschalter nach VDE 0665 vorgeschaltet werden. Die Motorschutzschalter müssen vom Kurzschlußstrom des Motors — bei Nennspannung und Nennfrequenz in Betriebsschaltung festgebremster Läufer — innerhalb 10 s zum Abschalten gebracht werden, sofern nicht auf Grund der Typenbescheinigung einer bergbehördlich anerkannten Versuchsstrecke eine längere Abschaltzeit unter sonst gleichen Verhältnissen zugelassen ist."

Die Vorschrift h) erhält folgende Neufassung:

„h) Bei Anlaß- und Steuergeräten in Ölkapselung nach VDE 0170 müssen Maßnahmen gegen das Auftreten zu hoher Schaltbeanspruchungen getroffen werden."

Hinter i) wird eine neue Vorschrift k) eingefügt folgenden Wortlautes:

„k) Schmelzsicherungen unter Öl sind nur für Stromstärken bis 6 A und nur mit geschlossenen oder in ein Rohr aus Isolierstoff eingehüllten Schmelzeinsätzen zulässig."

Die bisherigen Vorschriften k) bis o) erhalten die Kennbuchstaben l) bis p).

Die Vorschrift q) (bisher p) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„q) Sind unisolierte, Spannung führende Teile elektrischer Betriebsmittel nicht an diesen selbst durch Klemmenkästen, Endverschlüsse oder dgl. geschützt, so sind die Betriebsmittel in besondere Schutzgehäuse einzubauen oder die unisolierten, Spannung führenden Teile sind allseitig so abzudecken, daß sie für Unbefugte unzugänglich und Störungen durch Fremdkörper (z. B. infolge Steinfalles, Tropfwasser und Staub) nicht ausgesetzt sind (Schutzart mindestens P 31 nach DIN VDE 50). Die Beseitigung des Schutzes darf nur mit besonderen Hilfsmitteln möglich sein."

Anschließend wird eine neue Vorschrift r) eingefügt mit folgendem Wortlaut:

„r) Auslöser müssen in allen ihren Teilen den an ihrem Verwendungsort zu erwartenden thermischen und dynamischen Kurzschlußbeanspruchungen gewachsen sein. Sie dürfen mit keiner größeren Verzögerung arbeiten als der für die durch die Auslöser geschützten Betriebsmittel in der Bescheinigung einer bergbehördlich anerkannten Versuchsstrecke als unbedenklich bezeichneten."

Die bisherige Vorschrift q) erhält den Kennbuchstaben s).

§ 30.

Explosionsgefährdete Grubenräume.

Die Vorschrift b) erhält folgende Neufassung:

„b) In Sprengstofflagerräumen sind außer ortsfester Beleuchtung mit Leuchten und Fassungen nach VDE 0170 andere Betriebsmittel nicht zulässig. Schalter und Sicherungen sind außerhalb dieser Räume anzuordnen."

Digitized by Google

§ 32.

Die Vorschrift a) erhält folgenden Wortlaut:

„a) Bei mittelbarem Netzanschluß oder Speisung aus besonderen Stromquellen sind Leitungen nach VDE 0810/1928 „Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen V. F. L.", §§ 11 bis 21, oder diesen mindestens gleichwertige zulässig."

Die Vorschrift d) wird wie folgt geändert:

„d) Im übrigen gelten die Bestimmungen der §§ 4 und 11.

In schlagwettergefährdeten Grubenräumen sind die Bestimmungen des § 20c) zu beachten und die des § 29 sinngemäß anzuwenden.

Bei tragbaren Fernsprech- und Induktorsignalgeräten und tragbaren Leitungstrommeln ist die Verwendung von Gummischlauchleitungen mittlerer Ausführung (NMH) oder anderen mechanisch und elektrisch mindestens gleichwertigen Leitungen auch in schlagwettergefährdeten Grubenräumen zulässig."

§ 35.

Der Vorschrift a) wird ein neuer vierter Absatz folgenden Wortlautes angefügt:

„Signalanlagen in Seilfahrtschächten mit mehreren Sohlen müssen so ausgeführt werden, daß eine gleichzeitige Signalgabe von mehreren Sohlen verhindert ist."

Der erste Absatz der Vorschrift b) erhält folgenden Wortlaut:

„b) Im Schacht dürfen nur bewehrte Bleikabel verwendet werden."

Die Vorschrift g) erhält folgende Neufassung:

„g) Die Bestimmungen des § 35 gelten nicht für kleine Schächte mit geringer Förderung und ohne Seilfahrt."

Aus den VDE-Bezirken.

Bezirk Berlin-Brandenburg

vormals Elektrotechnischer Verein E. V.

(Gegründet 1879)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 IV, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 88 85. — Postscheckkonto: Berlin 133 02.

Fachversammlung

des Fachgebietes „Elektrophysik"

Leiter: Dr. phil. habil. G. Mierdel VDE.

Vortrag

des Herrn Professor Dr.-Ing. H. Schardin, Berlin, am Donnerstag, dem 16. Dezember 1937, um 20^{00} in der Aula der Technischen Hochschule, Charlottenburg, über das Thema:

„Funken-Kinematographie."

Eintritt und Kleiderablage frei.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 21. Januar 1938, findet eine Besichtigung der Henschel-Flugzeugwerke AG., Schönefeld, statt.

Die Teilnehmerkarten sind bereits vergriffen.

Arbeitsgemeinschaften der Jungingenieure.

Die nachstehenden Zusammenkünfte finden jeweils um 18^{00} im Jungingenieurzimmer des VDE-Hauses, Charlottenburg, Bismarckstraße 33, statt. Die Teilnahme ist frei. VDE-Mitgliedschaft ist nicht Bedingung.

Hochfrequenztechnik. Leiter: Dr.-Ing. A. Allerding VDE.

16. 12. 1937 „Fragen des Lautsprecherbaues", Vortragender: Ingenieur H. Ebl...hausen.

Hochspannungstechnik. Leiter: Dr.-Ing. G. Hameister VDE.

17. 12. 1937 „Starkstromkabel im Betrieb", Vortragender: Ingenieur H. Strobel

VDE Bezirk Berlin-Brandenburg
vormals Elektrotechnischer Verein E. V.
Der Geschäftsführer:
Burghoff

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Magdeburg. 21. 12. (Di), 20^{15}. Ver. Techn. Staatslehranstalten: „Die Bedeutung des Elektroofens für den technischen Fortschritt und die Neuordnung der nationalen Wirtschaft". Dr.-Ing. Graener.

VDE, Bezirk Ostsachsen, Dresden. 16. 12. (Do), 19^{45}, El. Inst. T. H.:

1. Vorführung eines Demonstrations-Oszillographen. Ing. Schütze u. Falk.
2. Tonfilm „Forschen und Schaffen".
3. Vorführung von Wellen auf Leitungen. Prof. Dr. H. Barkhausen VDE.
4. Nordlicht. Filmbericht von Dr.-Ing. Brücke, (m. Damen).

VDE, Bezirk Pommern, Stettin. 17. 12. (Fr), 20^{15}, Stettiner Stadtwerke G. m. b. H.: „Neuzeitliche Beleuchtung unter bes. Berücks. der Metallfadenlampe" (m. Lichtb.). Obering. Kämmerer.

VDE, Bezirk Saar, Saarbrücken. 17. 12. (Fr), 20^{00}, Handwerkskammer: „Der elektrische Tod" (m. Lichtb.). Dr. Freiberger VDE.

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Auszeichnungen. Die Eidgen. Techn. Hochschule Zürich verlieh den Titel eines Doktors der technischen Wissenschaften h. c. an folgende Herren: Herrn Max Schiesser, Präsident des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und Delegierten des Verwaltungsrates der BBC-Baden, „in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Entwicklung des Elektromaschinen- und Apparatebaus und als initiativer Förderer der technischen wissenschaftlichen Forschung"; Herrn Obering. Hans Eggenberger, Generaldirektion der SBB in Bern, „in Würdigung seiner Verdienste um die Heranziehung der Wasserkräfte zur Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen"; Herrn Dir. Alfred Zwygart, Nordostschweizerische Kraftwerke AG. in Baden, „in Würdigung seiner Verdienste um die Nutzbarmachung der schweizerischen Wasserkräfte im Dienste der allgemeinen schweizerischen Volkswirtschaft". Ferner wurde Herr K. P. Täuber VDE, Präsident der Trüb, Täuber & Cie. AG. in Zürich, „wegen seiner ausgezeichneten Verdienste um die elektrische Meßtechnik und die Herstellung physikalischer Demonstrations- und Laboratoriumsapparate" zum Dr. phil. h. c. ernannt.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 1/. 9. 004. 12

Das physikalische Verhalten der Maschinen im Betrieb. Eine kurzgefaßte Darstellung von Prof. Dr. W. Kummer. Mit 40 Abb. im Text u. 105 S. im Format A 5. Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau 1937. Preis kart. 4 Fr.

Der Verfasser hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, in knappster Form von den verschiedenen Maschinenarten, wie Turbo-, Kolben-, Elektro-, Transport- und Arbeitsmaschinen das physikalische Verhalten und die hieraus sich ergebenden charakteristischen Beziehungen darzustellen, wie z. B. die Wachstumsgesetze von Typenreihen, die Leistungs-Drehzahl-Beziehungen und die verschiedenen Betriebskennlinien. Wenn auch bei der großzügigen Behandlung des Stoffes die ermittelten Kennlinien über den ganzen Arbeitsbereich nicht die volle Gültigkeit beanspruchen können, so bringen sie doch durch die oft verblüffend einfachen Entwicklungen dem Außenstehenden das Verständnis für die Wirkungsweise und die naturgesetzlich bedingten Beziehungen und Grenzen außerordentlich nahe. Für den Elektrotechniker, der in vielen Fällen seine Maschinen mit anderen Maschinenarten kuppeln muß, ist das kleine Buch sehr wertvoll, weil es durch seine

Digitized by Google

einfache Darstellung ihm ein anschauliches Bild gibt, wieweit eine Abgleichung der Betriebskennlinien seiner Maschinen mit denen anderer Maschinenarten möglich ist. J. Tittel VDE.

51

Höhere Mathematik für Mathematiker, Physiker und Ingenieure. Von Prof. Dr. R. Rothe unter Mitwirkung von Stud.-Rat O. Degosang. Teil IV: Übungsaufgaben mit Lösungen, Formelsammlung. 5. Heft: Raumkurven und Flächen, Linienintegrale und mehrfache Integrale. Mit 46 Abb. u. 54 S. im Format 130 × 205 mm. 6. Heft: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen nebst Anwendungen. Mit 13 Abb. u. 50 S. im Format 130 × 205 mm. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1937. Preis je Heft kart. 2,40 RM.

Von den beiden Heften behandelt das erste die Raumkurven und Flächen und sodann die Linienintegrale und mehrfachen Integrale, ebenfalls mit geometrischen und physikalischen Anwendungen. Das zweite Heft ist den Differentialgleichungen gewidmet. Bei der großen Reichweite, welche die Differentialgleichungen haben, und den Schwierigkeiten, die ihrer Behandlung entgegenstehen, war vorsichtige Zurückhaltung am Platze. Das Ziel sollte die Übung in den mathematischen Methoden sein, aber die Hindeutungen auf physikalische Anwendungen sind mit kluger Zurückhaltung eingefügt. Auf die numerischen und graphischen Verfahren zur Lösung auch solcher Aufgaben, die mit den Methoden der Analysis nicht ohne weiteres zu lösen sind, konnte und brauchte bei diesem rein der mathematischen Schulung dienenden Kursus nicht eingegangen zu werden. H. Timerding.

621. 357. 8

Metallfärbung. Die wichtigsten Verfahren zur Oberflächenfärbung und zum Schutz von Metallgegenständen. Von H. Krause. 2., vollst. neu bearb. u. verm. Aufl. Mit IV u. 183 S. im Format 155 × 320 mm. Verlag Springer, Berlin 1937. Preis geh. 7,50 RM, geb. 8,80 RM.

Die neue Auflage ist — ein seltener Fall — um 23 Seiten kürzer als die erste von 1922. Nach allgemeinen Ausführungen wird zunächst die Vorbehandlung durch Entfetten, Beizen, Schleifen usw., die Nachbehandlung durch Spülen, Bürsten, Lackieren usw. besprochen, dann das Färben mit Hilfe des elektrischen Stromes z. B. schwarz vernickeln, Eloxal- und Seophoto-Verfahren kurz geschildert und nun im Hauptabschnitt (S. 49 bis 172) das chemische Färben der verschiedenen Metalle ausführlich dargestellt, nämlich von Kupfer durch Sulfide und oxydierende Mittel, Blau-, Schwarz- und Braunfärben von Eisen, das Färben von Silber und Gold, Zink, Kadmium, Zinn, Blei, Aluminium und Elektron. Der letzte Abschnitt behandelt kurz das Lackieren, Zaponieren, Bronzieren und dergleichen. Den Schluß bildet das Namen- und Sachverzeichnis.

Der Verfasser stützt sich vielfach auf eigene Untersuchungen. Daß die frische Sprache der 1. Auflage einem trockeneren Tone gewichen ist, tut mir eigentlich leid. Was die Schwarzverchromung anlangt, so ist mir die rechte Vorschrift bekannt: Chromsäure 250 bis 400 g, 5 cm³ Eisessig je Liter, 80 bis 100 A/dm², Temperatur höchstens 25°. K. Arndt VDE.

389. 6(083) : 62

DIN-Normblatt-Verzeichnis 1937. Herausg. v. Deutschen Normenausschuß E. V., Berlin. Mit 358 S. im Format A 5. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geb. 4 RM.

Das im Juni in neuer Auflage erschienene Normblattverzeichnis dürfte schon weiten Kreisen der Technik ein wertvoller Helfer geworden sein. Gegenüber den letzten beiden Auflagen, in denen der Sachteil bereits nach dem bewährten Dezimalklassifikations-System geordnet war, hat die neue Auflage keine wesentlichen Änderungen zu verzeichnen. Die Aufteilung des Stoffes in einleitende Bemerkungen, Sachteil, Nummernverzeichnis und Stichwortverzeichnis hat sich ebenfalls bewährt. Die einleitenden Ausführungen geben ein anschauliches Bild über die Arbeiten und die Grundlagen der deutschen Normung. Zwei Inhaltsverzeichnisse in der Ordnung nach dem Alphabet und der Dezimalklassifikation erleichtern das Auffinden einzelner Sachgebiete. Arbeitsbereich und Grundsätze des Deutschen Normenausschusses, der Werdegang, die Einführung und die Finanzierung der Normen, Angaben über das DIN-Zeichen und die einzelnen Fachnormenausschüsse, Normblattpreise und Bezugsbedingungen, sind in den einleitenden Ausführungen dargelegt. Auch die Umordnung von Normblattsammlungen unter Zugrundelegung der DK-Zahl wird kurz beschrieben[1]).

[1]) Vgl. O. Frank „Die Dezimalklassifikation als Ordnungsmittel für das deutsche Normensammelwerk" und „Wir ordnen nach der DK".

Der Sachteil ermöglicht es, sämtliche für ein bestimmtes Fachgebiet bestehende Normen schnell aufzufinden, obwohl die einzelnen Blätter zum Teil weit auseinanderliegende DIN-Nummern tragen. So enthält beispielsweise der Abschnitt „Elektrotechnik" nicht nur sämtliche DIN VDE-Normblätter, sondern auch noch die elektrotechnischen Normen aus anderen Fachgebieten, wie z. B. dem Lokomotivbau, dem Kraftfahrwesen, der Luftfahrt und dgl. Mit Hilfe des Nummerverzeichnisses der DIN-Normen und der verschiedenen Fachnormen können die Normblätter gefunden werden, die ihrer Normblattnummer nach bekannt sind; aus dem Sachteil können dann die weiteren Normblätter entnommen werden, die inhaltlich mit dem gesuchten Blatt in Verbindung stehen. Ein ausführliches Stichwortverzeichnis ermöglicht auch solchen Benutzern des Buches das rasche Auffinden der Normblätter für bestimmte Gegenstände, denen die Einordnung nach der Dezimalklassifikation nicht geläufig ist.

Der Elektrotechniker wird vielleicht manchmal die ihm bisher gewohnte Anordnung der DIN VDE-Normblätter nach ihrer Normblattnummer vermissen. Der Sonderdruck VDE 0010/1936 „Verzeichnis der DIN VDE-Normblätter" wird daher in dieser Beziehung für manche Fachgenossen eine erfreuliche Ergänzung des Normblattverzeichnisses sein.

H Wagner VDE.

001. 816

Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen. Herausgegeben vom Deutschen Normenausschuß. Mit 16 S. im Format A 5. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis kart. 0,40 RM.

Das Heft ist eine Neubearbeitung des 1931 erschienenen „Merkblattes für technisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen"; seine Wichtigkeit rechtfertigt eine erneute Besprechung. Das „Merkblatt" hatte sich schon sehr zum Segen unseres Schrifttums ausgewirkt, ist aber doch noch nicht weit genug beachtet worden. Was immer wieder zu einer einheitlichen Gestaltung wissenschaftlicher Veröffentlichungen drängt, sind ja nicht materiell-wirtschaftliche Erfordernisse — wie etwa Papierknappheit —, sondern „geisteswirtschaftliche" Notwendigkeiten, gegeben durch die kaum noch übersehbare Fülle der Veröffentlichungen.

Das Heft spricht zuerst von der inhaltlichen Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten, z. B. Gliederung, Stil, Fremdwörter, Bilder und Tafeln, und gibt dann Richtlinien für die äußere Gestaltung der Handschrift, für die Schreibweise, Zitierform u. dgl. Dann wird der Verkehr zwischen Verfasser und Schriftleitung erörtert und auf wichtige Normen hingewiesen. Ein Anhang enthält mathematische und Formelzeichen des AEF, häufige Abkürzungen und die Korrekturzeichen. — Das Heft ist billig und bietet viel. Alle, die irgendwie in der Technik auch mit der Feder in der Hand tätig sind, sollten es besitzen und sich die kleine Mühe machen, den Richtlinien zum Nutzen der Allgemeinheit auch zu folgen. Ja, die Verfasser nutzen sich dadurch selbst am besten, denn ihre Arbeiten werden lieber gelesen werden, und auch der Umguß aus der Handschrift in den ausgedruckten Text wird reibungsloser und rascher vonstatten gehen. Hoffentlich ist es bald so weit, daß keine Arbeit mehr erscheint, die nicht den vom Deutschen Normenausschuß herausgegebenen Gestaltungsvorschlägen entspricht.

G. H. Winkler VDE.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Kalender des deutschen Metallarbeiters 1938. Bearbeitet von Obering. W. Lehmann. Mit zahlr. Abb. u. 256 S. im Format 110 × 160 mm. Verlag der Deutschen Arbeitsfront G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geb. 0,75 RM.

[Niedrig im Preis und vielseitig im Inhalt ist auch wieder der neue Kalender, der dem deutschen Metallarbeiter helfen will, in das schöne und große Gebiet der Technik tiefer einzudringen.]

Der Ultraschall und seine Anwendung in Wissenschaft und Technik. Von Prof. Dr. L. Bergmann. Mit 148 Abb. und 230 S. im Format A 5. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geb. 18,50 RM.

Integralgleichungen. Einführung in Lehre und Gebrauch. Von Prof. Dr. G. Hamel. Mit 19 Abb., VIII und 166 S. im Format 165 × 240 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 9,60 RM, geb. 12 RM.

Digitized by Google

Einführung in die Dinormen für gewerbliche und technische Unterrichtsanstalten und für Betriebe. Von Ing. W. Zimmermann, Ing. u. Dipl.-Hdl. F. Brinkmann † u. Dipl.-Ing. E. Böddrich. Herausg. vom Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen (Datsch) E. V. 5. Aufl. Mit 404 Abb., VII u. 168 S. im Format A 5. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1937. Preis kart. 2,50 RM.

[Das Büchlein enthält eine fortlaufende Wiedergabe der für alle Gebiete der Technik wichtigsten Normen: Grundnormen (Einheiten, Kurzzeichen, Formelzeichen, Bezugsgrößen, Normungszahlen, Zeichnungs-, Passungs- und Gewindenormen), Werkstoffnormen (Stahl und Eisen, Nichteisen-Metalle, Werkstoffprüfung), Maßnormen (Paßstifte, Niete, Schrauben, Bolzen, Keile, Zahnräder, Transmissionen, Bedienungselemente). Elektrotechnische Normen sind zwar nicht behandelt, doch ist das Buch zur Einführung in das Wesen und die Grundlagen der Normung insbesondere für die Studierenden aller Zweige der Technik sehr wertvoll.]

Die Frequenzumformung und ihre Anwendung. Von Dipl.-Ing. H. Birett. Mit 48 Abb. u. 66 S. im Format A 5. Techn. Verlagsbuchhandlung R. H. Schwabe, Berlin-Tempelhof 1937. Preis kart. 2,50 RM.

[Der Verfasser hat das gesamte Gebiet der Frequenzumformung in einfacher Form zusammengefaßt, wobei er die praktische Anwendung in den Vordergrund stellt. Er behandelt zunächst Induktionsumformer, Stromrichter und die Drehstromkaskade zur Drehzahländerung und geht dann an Hand zahlreicher Abbildungen auf die mannigfachen Anwendungsgebiete der Frequenzumformung ein, die heute bei Metall- und Holzbearbeitungsmaschinen, Zentrifugen, Schleif- und Spinnmaschinen zunehmende Verbreitung findet.]

Übungen im elektrotechnischen Laboratorium. B. Gleichstrommaschinen. Bearb. von Reg.- und Baurat a. D. E. Rosseck. Mit zahlr. Abb. im Format A 4. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1937. Preis kart. 1,80 RM.

[In dem zuerst erschienenen Heft 2: „Gleichstrommaschinen" hat der Verfasser für die Laboratorien der technischen Unterrichtsanstalten 16 Übungen zusammengestellt. Jedes Protokoll enthält eine Schaltung, eine kurze Erläuterung des Versuches, die erforderlichen Tafeln sowie Angaben über die zu zeichnenden Kurven.]

Regeln für Abnahmeversuche an Dampfkesseln. DIN VDI 1942. Herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure. Mit 16 S. im Format A 4. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1937. Preis geh. 3,50 RM, geb. 5 RM.

[Die Ausnutzung der Kesselanlagen läßt sich nur noch um wenige Prozent durch weitere Verbesserungen erhöhen. Dementsprechend sind die neuen Abnahmeversuchsregeln präziser gefaßt worden, so daß u. a. besonders bei der Heizwertbestimmung eine größere Genauigkeit erzielt wird.]

Die besten Antennen. Von O. Kappelmayer und H.-G. Engel. 2. neu bearb. u. erweit. Aufl. Mit 77 Abb., 3 Bauplänen, 7 Tabellen u. 97 S. im Format 140 × 200 mm. Verlag Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin 1937. Preis kart. 1,95 RM.

[Das Buch ist von Praktikern für die Praxis geschrieben. Sie zeigen, daß die Netzfeldstärken weit über den Stärken der Störfelder liegen müssen. Die Verfasser behandeln Innen- und Behelfsantennen und unterstreichen die großen Vorzüge der Außen-Hochantenne, die allen anderen stark überlegen ist. Ebenso eingehend werden die Nebenteile, wie Erdschalter, Blitzschutz, Einführung und Erdleitung, besprochen. Sogar der Empfangsrahmen, der bei vielen Fachleuten als veraltet gilt, wird wegen seiner störungmindernden Richteigenschaft und seiner handlichen Größe besprochen. — Die zweite Hälfte des Werkchens ist ausschließlich der abgeschirmten Antenne gewidmet, sowohl für Einzelanschluß wie für Gemeinschaftsempfang. Auch den Besitzer einer fertigen Anlage dürften Abschnitte wie „Das Auffinden von Fehlern" interessieren.]

Mbt.

Commission Internationale de l'Eclairage en Succession à la Commission Internationale de Photométrie. Neuvième Session Berlin et Karlsruhe, Juli 1935. Herausg. unter der Leitung des Bureau Central de la Commission The National Physical Laboraty, Teddington (England). Mit zahlreichen Abb., VII und 679 S. im Format 170 × 240 mm. 1937. Preis geb. 20 s.

Solution of the Elastic Curve Equation, $M = E I \frac{d^2 y}{d x^2}$. Von H. B. Compton und C. O. Dohrenwend. Rensselaer Polytechnic Institute Bulletin, Engineering and Science Series Nr. 54, September 1937.

Das Wirtschaftsganze im Blickfeld des Ingenieurs. Eine Einführung in die Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. O. Goebel. (3. Heft der Schriftenreihe Ingenieurfortbildung. Herausgeb. von Prof. Dipl.-Ing. G. von Hanffstengel.) Mit V und 111 S. im Format 155 × 220 mm. Verlag Julius Springer, Berlin 1937. Preis geh. 4,80 RM.

Sonderdrucke.

Veröffentlichungen des R. Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della Marina, R. Accademia Navale, Livorno, Nr. 115 bis 131:

C. Matteini: Conversione de potenza per mezzo di triodi; N. Carrara: Circuito „A Compensazione" come voltmetro per tensioni continue piccolissime, come voltmetro di cresta e come multivibratore; N. Carrara: Aspetti e soluzioni del problema della rivelazione; G. Gramaglia: Disturbi interni negli apparecchi a tubi elettronici; M. Boella: Un metodo assoluto per la misura della resistenza „Serie" di un circuito risonante; U. Tiberio: Misura dell'angolo di circolazione negli amplificatori; N. Carrara: Note sul concetto di resistenza negativa; G. Gramaglia: Misure di tensioni ad alta frequenza in relazione al problema dei radiodisturbi; U. Ruelle: I disturbi alle radioaudizioni; E. Paolini, Altoparlanti; U. Ruelle: La conversione di frequenza nei ricevitori; M. Boella: Regolazione di sensibilità e di intensità di suono nei radioricevitori; G. Salom: Moderni ricevitori radiofonici; C. Matteini: Amplificazione a radiofrequenza. A. Ciaccia: Ipotesi sulla struttura fisica dell'alta atmosfera; E. Paolini: La ricezione direttiva dei rumori; M. Boella: Accoppiamento mutuo elettronico tra circuiti risonanti e regolazione automatica di selettività. 1936/1937.

Doktordissertationen.

Hermann Philippi, Untersuchungen über die Erniedrigung des Spannungsabfalles von Lichtbogenstromrichtern nach Marx. T. H. Braunschweig 1934.

Erich Schulze-Herringen, Wirtschaftlichkeit von Rundfunksendern mit veränderlichem Trägerwert. T. H. Braunschweig 1935.

Wilhelm Uhl, Ein Kollektor-Stromrichter mit Funkenunterdrückungskondensatoren, sein Aufbau, theoretische und experimentelle Untersuchung der Phasenablösung und der Ausgleichvorgänge im Hauptkreis und in den Schwingungskreisen. T. H. Braunschweig 1936.

Otto Grebe, Vorschlag für ein neues Netzschutzrelais. T. H. Darmstadt 1936.

Hans-Joachim Holstein, Die Schleichdrehzahlen polumschaltbarer Drehstrom-Käfiganker-Motoren unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Schrittverkürzung im Stator und Rotor. T. H. Darmstadt 1934.

Martin Hübner, Untersuchung von Einzelluftbefeuchtern zur Raumluftbefeuchtung. T. H. Darmstadt 1936.

Heinrich Ochs, Korrosion und Dauerfestigkeit. T. H. Darmstadt 1935. (Erschien auch als H. 9 der Mitt. Materialprüfungsanst. T. H. Darmstadt, VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.)

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Baurat Dr.-Ing. K. Heinrich VDE, Berlin-Treptow, Am Treptower Park 38 III.

Dipl.-Ing. M. Kersten, Berlin-Siemensstadt, Rohrdamm 51.

Obering. W. Schrinner, Berlin N 4, Invalidenstr. 142 II.

Privatdozent Dr.-Ing. habil. W. Quade, Karlsruhe, Dammerstockstr. 23.

Dipl.-Ing. H. Röhl, Neuenrade (Westf.), Poststr. 5.

Dipl.-Ing. H. Briebrecher, Berlin-Reinickendorf-Ost, Becherweg 8 II.

Abschluß des Heftes: 10. Dezember 1937.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4. Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang **Berlin, 23. Dezember 1937** **Heft 51**

Über metallische elektrische Widerstandswerkstoffe.

Von **Alfred Schulze**, Berlin.

621. 316. 84

Übersicht. Allgemeines Verhalten und kennzeichnende Stoffeigenschaften der verschiedenen Gruppen von metallischen elektrischen Widerstandswerkstoffen werden besprochen.

Unter der großen Menge der metallischen Leiter gibt es nur eine verhältnismäßig kleine Zahl von Werkstoffen, die für elektrische Widerstände geeignet sind. Für solche ist die wichtigste Bedingung, daß sie bei Erhitzung auf hohe Temperaturen korrosionsbeständig sind und nicht durch Oxydation oder dgl. zerstört werden. Als wesentliche Kennzeichen für einen guten Widerstandswerkstoff haben in elektrischer Beziehung ein hoher spezifischer elektrischer Widerstand und ein kleiner Widerstandstemperaturkoeffizient zu gelten. Da diese Bedingungen von den reinen Metallen vor allem wegen ihres hohen Temperaturkoeffizienten nicht erfüllt werden, sah man sich gezwungen, zu den Legierungen zu greifen. Häufig wird zwar als reines Metall das Platin wegen seiner hohen Korrosionsbeständigkeit besonders in dem Temperaturgebiete oberhalb 1100 ° C als Widerstandswerkstoff verwendet; doch scheidet es in den gewöhnlichen Fällen wegen seines hohen Preises aus.

Unter den Legierungen kommen eigentlich nur diejenigen in Betracht, die in ihren Hauptbestandteilen aus Metallen der hochschmelzenden, mischkristallbildenden Gruppe bestehen. So hat man für Widerstände vor allem Legierungen aus Kupfer, Nickel, Eisen, Chrom oder Mangan hergestellt. Hinsichtlich der Schaffung eines neuen geeigneten Widerstandswerkstoffes ist eine Tatsache von Interesse, auf die F. Stäblein[1]) bei den Eisenlegierungen und Chromnickellegierungen hingewiesen hat. Hiernach gilt für die Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von der Temperatur im allgemeinen der Leitsatz, daß der Temperaturkoeffizient um so kleiner ist, je höher der Widerstand bei Raumtemperatur ist. Es zeigt sich nämlich, daß in der Nähe von 1000 ° C alle Eisenlegierungen annähernd den gleichen spezifischen Widerstand von 1,1 bis 1,4 Ω mm²/m besitzen. Dieser Wert stellt auch etwa die obere Grenze des bei den gewöhnlichen Metallen beobachteten spezifischen Widerstandes dar. In Abb. 1 sind die Widerstands-Temperatur-Kurven einiger Legierungen nach Stäblein dargestellt. Ist der Widerstand schon im kalten Zustande hoch, wie beim Werkstoff Eisenchromnickel, so kann er beim Erhitzen nur wenig zunehmen, d. h. dieser Werkstoff besitzt zugleich einen kleinen Widerstandstemperaturkoeffizienten. Umgekehrt muß beispielsweise der Flußstahl, unterste Kurve in Abb. 1, seinen geringen Kaltwiderstand bis 800 ° C etwa verzehnfachen, um sich dem allgemeinen Endzustand anzugleichen. Diese Eigenschaft macht man sich bei den Eisen-Wasserstoff-Vorschaltwiderständen zunutze.

[1]) F. Stäblein, Z. techn. Phys. 9 (1928) S. 145.

Es gibt nun eine große Reihe von Widerstandswerkstoffen, die ihren besonderen Verwendungszwecken dienen. So benutzt man Widerstandslegierungen einmal für Präzisionswiderstände (Meßwiderstände großer Genauigkeit) und dann für technische Widerstände (Vorschalt- und Regelwiderstände) sowie für Heizwiderstände. Weiterhin werden aus derartigen Legierungen hochhitzebeständige Konstruktionsteile für Öfen u. dgl. sowie nahtlos gezogene hochhitzebeständige Rohre, z. B. Pyrometerschutzrohre, hergestellt. Der VDE hat die bis jetzt entstandenen Gruppen genormt[2]); in die Normblätter sind die einzelnen Widerstandswerkstoffe je nach ihrem spezifischen Widerstande eingereiht.

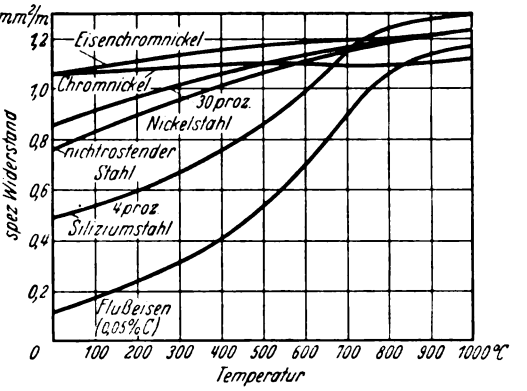


Abb. 1. Temperatur-Widerstands-Kurven einiger Legierungen (nach Stäblein).

Um ein Urteil über die Güte der einzelnen Widerstandslegierungen (für technische Widerstände) zu erhalten, werden Lebensdauerprüfungen vorgenommen. Sie sollen derart gestaltet sein, daß sie einerseits gut auf die Praxis übertragbare Werte liefern, anderseits verhältnismäßig kurz dauern. Es gibt da eine Reihe von verschiedenen Verfahren, die allerdings keine befriedigenden Ergebnisse zeitigen, so daß W. Hessenbruch und W. Rohn[3]) systematische Untersuchungen hierüber anstellten, insbesondere über die Verhältnisse, die die Lebensdauer von Widerstandslegierungen beeinflussen; es handelt sich vor allem um den Einfluß der Temperatur, der Oberflächenbelastung, der Schalthäufigkeit, der Ofenatmosphäre und schließlich um den Einfluß, den verschiedene Legierungsbestandteile auf die Lebensdauer ausüben. Hessenbruch und Rohn haben allgemeine Richtlinien für eine Lebensdauerprüfung von Wider-

[2]) DIN VDE 6460 bis 6462.

[3]) W. Hessenbruch u. W. Rohn, „Die Heraeus-Vakuumschmelze 1923—1933" S. 247 (1933); Elektrowärme 3 (1933) S. 245, 294 u. 317. W. Hessenbruch, Arch. techn. Messen 931, 2 (1933).

Digitized by Google

standsstoffen angegeben. Der Werkstoff wird bei Stromdurchgang untersucht, und zwar wird der Strom gleichmäßig 2 min eingeschaltet und 2 min ausgeschaltet. Die Versuchstemperatur, im allgemeinen optisch gemessen, wird für die ganze Versuchsdauer konstant gehalten. Die Änderung des elektrischen Widerstandes wird dauernd gemessen; der Versuch wird bis zum Durchbrennen des Drahtes fortgesetzt. Dieses Prüfverfahren liefert jederzeit vergleichbare, den Bedingungen der Praxis entsprechende Werte.

Um nun einen Überblick über die Gesamtheit der metallischen elektrischen Widerstandswerkstoffe zu erhalten, empfiehlt es sich, diese zunächst nach ihrem Verwendungszweck einzuteilen. Im folgenden werden zuerst diejenigen Widerstandswerkstoffe besprochen, die für Präzisionswiderstände geeignet sind, und anschließend solche, die für technische Widerstände, d. h. für Belastungs- und Heizwiderstände u. dgl. in Frage kommen. Da die Zahl der letzteren verhältnismäßig groß ist, sind diese Werkstoffe nach metallkundlichen Gesichtspunkten geordnet.

I. Widerstandswerkstoffe für Präzisionswiderstände.

Die Präzisionswiderstände stellen an den Werkstoff ganz besondere Anforderungen, die nur unter gewissen Vorsichtsmaßnahmen erfüllt werden können. In der

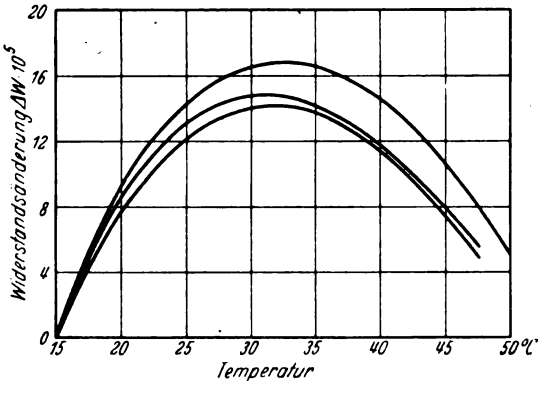
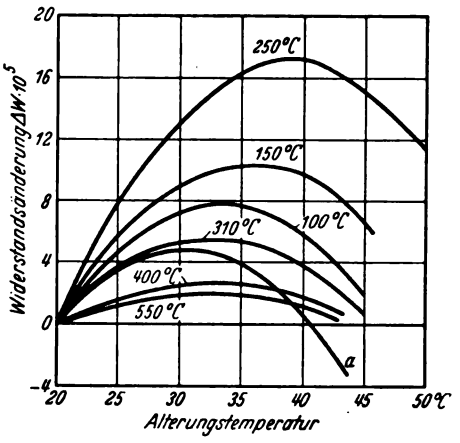


Abb. 2. Abhängigkeit des Widerstandes einiger Manganindrähte von der Temperatur.

Hauptsache kommt das Manganin in Frage, das aus 86 % Kupfer, 12 % Mangan und 2 % Nickel zusammengesetzt ist. Sein spezifischer Widerstand bei 20 ° C beträgt 0,43 Ω mm²/m, sein Temperaturkoeffizient ist 1 bis $3 \cdot 10^{-5}$. Die ersten Untersuchungen hierüber sind in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angestellt worden[4]). Der Name Manganin steht unter internationalem Wortschutz; der Werkstoff darf zwar von jedem hergestellt, aber nicht als „Manganin" in den Handel gebracht werden. Die Abhängigkeit seines Widerstandes von der Temperatur zeigt Abb. 2, eine parabelähnliche Kurve; der Höchstwert des Widerstandes liegt im allgemeinen zwischen 30 und 40 °. Ein großer Vorzug des Manganins besteht darin, daß seine Thermokraft gegen Kupfer sehr klein ist, etwa 2 μV/Grad. Als wichtigste Eigenschaft ist die zeitliche Unveränderlichkeit bei geeigneter Behandlung zu werten. Die physikalischen Eigenschaften des Manganins sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt. Die Zerreißfestigkeit beträgt bei weichen Manganindrähten etwa 50 bis 55 kg/mm² bei einer Dehnung von durchschnittlich 25 %.

Der Verlauf der Widerstandskurve von Manganin weicht erheblich ab von dem normalen Verhalten, wie man es von den meisten Metallen und Legierungen her kennt. Die Ursache hierfür ist bisher noch unbekannt. Im allgemeinen wurde früher angenommen, daß das Manganin eine Legierung im instabilen Zustande sei, und zwar glaubte man diese Ansicht dadurch zu begründen, daß nach dem Glühen in hohen Temperaturen das Widerstandsmaximum verschwunden ist und sich somit ein normaler Verlauf der Widerstandskurve ergeben hat. Diese durch Tempern hervorgerufene Änderung der Widerstandskurve ist aber, wie besondere Versuche ergeben haben, darauf zurückzuführen, daß das Mangan, welches einen sehr hohen Dampfdruck besitzt, aus der Oberfläche heraus verdampft. Man kann das schon äußer-



a Werkstoff im Ausgangszustand

Abb. 3. Abhängigkeit der Widerstands-Temperatur-Kurven des Manganins von der Alterungstemperatur (nach A. Schulze).

lich an der Kupferfarbe der Drahtoberfläche erkennen. Auf diese Weise erhält man einen Kupferwiderstand, der der inneren Manganinseele parallel liegt, wodurch der normale Verlauf der Widerstandskurve ohne weiteres verständlich ist. Nach Abätzen der Kupferoberfläche ergibt sich wiederum die für das Manganin kennzeichnende Widerstandskurve. Daß Manganin bei höheren Temperaturen keine Umwandlung erleidet und somit ein metastabiler Zustand in der Umgebung der Raumtemperatur nicht in Frage kommt, konnte auch durch Dilatationsmessungen mit dem Chevenardschen Differential-Dilatometer gezeigt werden[5]).

Die genauen Vorschriften zur Herstellung von Präzisionswiderständen sind in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgearbeitet worden[6]); sie haben sich durchaus bewährt. Als Beispiel sei angeführt, daß sich die Normal-1 Ω-Widerstände der Reichsanstalt im Laufe von über 30 Jahren nur um den geringen Betrag von 33 Millionstel geändert haben[7]).

Das Herstellungsverfahren für die Manganinwiderstände besteht darin, daß sie bei 140 ° C etwa 10 h lang gealtert werden; allerdings ist dann eine mehrmonatige Lagerzeit erforderlich, bis die Widerstände eine gute zeitliche Konstanz ihrer elektrischen Werte erreicht haben. Die Widerstandstemperaturkoeffizienten betragen dann in der Umgebung der Raumtemperatur etwa 10 bis 20 Millionstel.

Infolge der dauernd wachsenden Ansprüche ist dieser Betrag nicht mehr klein genug, so daß es nötig erschien, das Manganin systematisch zu untersuchen, um zu wissen: Wie muß das Manganin für Normalwiderstände thermisch behandelt werden, damit ein Optimum in seinem elektrischen Verhalten erzielt wird? Diese Frage ist eingehend in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt von A. Schulze[8]) untersucht worden. Es fragt sich hierbei,

[4]) K. Feußner u. St. Lindeck, Z. Instrumentenkde. 9 (1889) S. 233 u. 15 (1895) S. 394; Wiss. Abh. phys.-techn. Reichsanst. Berlin 2 (1891) S. 501.

[5]) A. Schulze, Z. techn. Phys. 14 (1933) S. 89.

[6]) H. von Steinwehr, Handb. d. Phys. Bd. 16, S. 424. Berlin: Jul. Springer 1927.

[7]) H. von Steinwehr u. A. Schulze, Wiss. Abh. phys.-techn. Reichsanst. 11 (1927) S. 75; Ann. Phys., Lpz. 87 (1928) S. 769.

[8]) A. Schulze, Phys. Z. 38 (1937) S. 598.

Digitized by Google

welchen Einfluß die verschiedenen Alterungstemperaturen auf den Verlauf der Widerstands-Temperatur-Kurve bzw. auf den Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes in der Umgebung der Raumtemperatur besitzen. Eine eindeutige Antwort gibt das Kurvenbild Abb. 3. Hier ist zunächst die W-T-Kurve (Kurve a) eines Manganinwiderstandes angegeben, bei dem sich der Werkstoff in dem Ausgangszustand, d. h. in dem Zustand der Kaltverformung, befand. Dann wurden die entsprechenden Kurven bestimmt, nachdem das Manganin bei 100 °, 150 °, 250 °, 310 °, 400 ° und 550 ° gealtert war. Aus ihrer relativen Lage zur Kurve a ersieht man, daß Alterungstemperaturen bis 250 ° Kurven zur Folge haben, die einen steileren Verlauf als die Ausgangskurve a zeigen, während bei Alterungstemperaturen oberhalb 250 ° sich flachere Widerstandskurven ergeben.

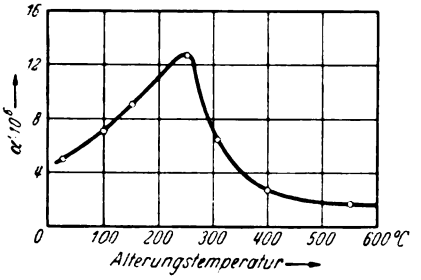


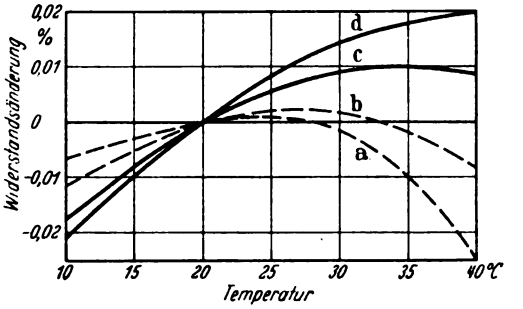
Abb. 4. Widerstandsänderung je Grad (zwischen 20 und 30 ° C) von Manganin in Abhängigkeit von der Alterungstemperatur (nach A. Schulze).

Die Untersuchung an verschiedenen Manganinsorten ergibt das einheitliche Bild, daß Alterung bei 45 °, 100 °, 150 ° usw. eine erhebliche Vergrößerung des Temperaturkoeffizienten verursacht, während Alterung bei Temperaturen oberhalb von 250 ° den Temperaturkoeffizienten verringert. Stellt man die Abhängigkeit der α'-Werte (zwischen 20 und 30 ° C), d. h.

$$\alpha' = \frac{W_{30} - W_{20}}{30 - 20},$$

von der Alterungstemperatur graphisch dar (Abb. 4), so steigt die Kurve bis etwa 250 ° an, um dann steil abzufallen. Bei 310 ° ist nahezu wieder der Anfangswert erreicht. Durch Alterung bei etwa 400 ° wird der Temperaturkoeffizient gegenüber dem Ausgangsstoff auf ungefähr den halben Wert erniedrigt, gegenüber dem Alterungszustand bei 150 ° (wie er bei den bisherigen Manganinwiderständen üblich ist) sogar auf den dritten Teil. Eine Alterung bei 550 ° setzt allerdings den Temperaturkoeffizienten noch etwas weiter herab, doch steht dem als Nachteil die außerordentlich starke Verdampfung des Mangans oberhalb 400 ° C entgegen, so daß ein Vorteil durch Alterung oberhalb 400 ° nicht vorhanden ist. Diese Untersuchungen finden ihre Bestätigung in dem Verhalten von emaillierten Manganinwiderständen, die bei der Herstellung Temperaturen von etwa 350 ° ausgesetzt sind und daher bereits die kleineren Temperaturkoeffizienten zeigen.

Hieraus ergibt sich also, daß die bisher übliche thermische Behandlung des Manganins für den Werkstoff als solchen nicht gerade sehr günstig war. Will man also Manganinwiderstände mit kleinen Temperaturkoeffizienten erhalten, so empfiehlt es sich, oberhalb der Erholungstemperatur bei etwa 375 ° bis 400 ° C zu altern (und zwar etwa 1 h lang) und anschließend daran langsam abzukühlen. Erforderlich ist hierbei eine neutrale Atmosphäre (Stickstoff oder Argon), nach Möglichkeit sogar unter Überdruck, da hierdurch die Verdampfung des Mangans aus der Oberfläche verringert wird. Selbstverständlich müssen die so behandelten Widerstände geätzt werden. Nach der hier angegebenen thermischen Behandlung ergibt sich sogleich die für die technische Verwendung äußerst wichtige Tatsache, daß man Widerstandskurven erhält, die über ein größeres Temperaturgebiet sehr flach verlaufen[9]). Außerdem liegt es auf der Hand, daß auch die zeitliche Konstanz der Widerstandswerte infolge des sich sehr stark in den hohen Temperaturen auswirkenden Homogenisierungseffektes viel günstiger als bei den alten Manganinwiderständen ist[10]).



a 88,2 Cu + 8,8 Mn + 1,8 Ni + 0,9 Fe
b 84,0 „ + 13,0 „ + 2,6 „ + 0,8 „
c 88,0 „ + 9,9 „ + 1,7 „ + 0,2 „
d 87,2 „ + 10,3 „ + 1,8 „ + 0,5 „

Abb. 5. Widerstandsänderung verschiedener manganinähnlicher Legierungen mit der Temperatur.

Neuerdings finden mitunter auch Widerstandslegierungen Verwendung, die eine dem Manganin ähnliche Zusammensetzung haben. In Abb. 5 ist die Widerstandsänderung verschiedener manganinähnlicher Legierungen mit der Temperatur (nach Krönert[11]) dargestellt.

In letzter Zeit hat J. L. Thomas[12]) auf Grund systematischer Untersuchungen eine neue manganinähnliche Legierung, die aluminiumhaltig ist, zur Verwendung für Normalwiderstände vorgeschlagen. Sie hat die Zusammensetzung: 85 % Cu + 9,5 % Mn + 5,5 % Al. Ihr spezifischer Widerstand beträgt 0,45 Ωmm²/m. Diese Legierung hat den Vorzug, daß sie bei bestimmter thermischer Behandlung in der Umgebung der Raumtemperatur einen Widerstandstemperaturkoeffizienten besitzt, der zwischen —1,5 und + 1,5 Millionstel liegt. Diese Legierung hat auch eine sehr geringe Thermokraft gegen Kupfer; letztere kann sogar nahezu auf Null gehalten werden, wenn man zu der Legierung noch 0,07 % Eisen hinzutut.

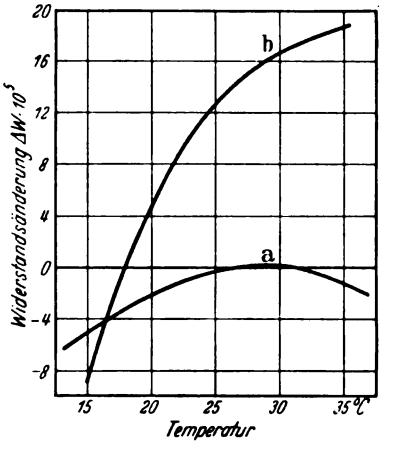


Abb. 6. Widerstands-Temperatur-Kurven für eine aluminiumhaltige Legierung (a) und Manganin (b).

Aus dieser Legierung hat man eine Reihe von 1 Ω- und 10 Ω-Widerständen hergestellt, die zwei verschiedenen thermischen Behandlungen ausgesetzt waren. Die einen wurden bei etwa 500 ° C im Vakuum mehrere Stunden getempert und dann langsam abgekühlt, während die anderen in Luft bei 140 ° C einige Stunden gealtert wurden. Hierbei ergab sich, daß die bei 500 ° getemperten Legierungen Widerstandstemperaturkoeffizienten besaßen, die zwischen 10 und $30 \cdot 10^{-6}$ schwankten; sie hatten also vor dem eigentlichen Manganin keinen Vorteil. Dagegen hatten die bei 140 ° getemperten Legierungen sehr kleine Temperaturkoeffizienten, die nur etwa 1 Millionstel betrugen. Die von Thomas auf diese Weise hergestellten Widerstände waren im Laufe von sechs bis

[9]) H. von Steinwehr, Z. Instrumentenkde. 54 (1934) S. 48.

[10]) J. L. Thomas, J. Res. Nat. Bur. Stand. 5 (1930) S. 295. E. H. Rayner, J. sci. Instrum. 12 (1935) S. 294.

[11]) J. Krönert, Arch. techn. Messen 1, Lief. 5, T. 78.

[12]) J. L. Thomas, J. Res. Nat. Bur. Stand. 16 (1936) S. 149.

Digitized by Google

acht Monaten innerhalb eines Hunderttausendstels konstant. Natürlich kann man über das Verhalten dieser Legierung vorläufig noch kein endgültiges Urteil fällen. In Abb. 6 ist der Verlauf der Widerstands-Temperatur-Kurve dieser Legierung dargestellt; als Vergleich ist der einer Manganinkurve angegeben. Ein außerordentlicher Vorteil der neuen Legierung ist zweifelsohne der kleine Temperaturkoeffizient und somit der flache Verlauf der Widerstandskurve.

In demselben Sinne, nämlich Widerstandstemperaturkoeffizienten zu erhalten, die nur wenige Millionstel betragen, also wesentlich kleiner sind als die des Manganins, liegen auch die Untersuchungen über die Gold-Chrom-Legierungen, die neuerdings für Normalwiderstände verwendet werden. Linde[13]) fand nämlich bei seinen umfangreichen Untersuchungen über verdünnte metallische Lösungen, daß der Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes von Gold von 4 ‰ auf Null heruntergesetzt wird, wenn man ungefähr 2 % Chrom hinzufügt. Diese Tatsache wurde von J. L. Thomas[14]) benutzt, um derartige Legierungen für Normalwiderstände zu verwenden.

Der gewünschte Temperaturkoeffizient Null bei 20 ° C läßt sich auf verschiedene Arten herstellen. Der eine Weg ist der, eine Legierung mit 1,8 % Chrom herzustellen und den Draht im Vakuum bei 500 ° C zu glühen (vgl. hierzu Abb. 7, in der der Temperaturkoeffizient für den hartgezogenen und für den weichen Zustand in Abhängigkeit vom Chromgehalt der Legierung dargestellt ist). Der andere Weg ist der, eine Legierung mit einem Chromgehalt von 2,1 % etwa 50 bis 100 h bei 200 ° C zu altern. Bei dieser Legierung ist auch das β-Glied in der quadratischen Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur nahezu Null. Bei diesem Alterungsvorgang steigt der Widerstand um rund 3 % an.

Eine solche Legierung besitzt also einen Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes, der im allgemeinen zwischen −1 und +1 Millionstel liegt. Der spezifische Widerstand ist mit 0,33 Ω mm²/m (s. Zahlentafel 1 im Schlußteil) um etwa 25 % kleiner als der des Manganins. Die Thermokraft gegen Kupfer ist höher als bei Manganin, sie beträgt etwa 7 bis 8 μV/° C. Die Härte der Drähte entspricht etwa der des reinen Goldes. Der-

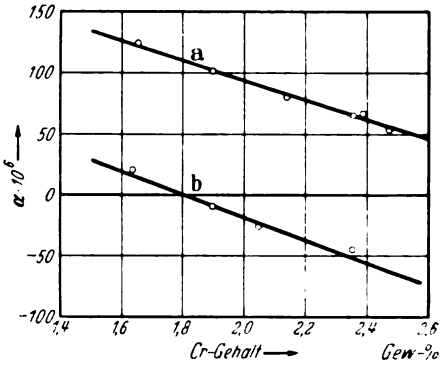


Abb. 7. Der Widerstands-Temperatur-Koeffizient von Gold-Chrom-Legierungen im hartgezogenen Zustand (a) bzw. bei 500 ° geglüht (b).

artige Widerstände zeigen bereits nach einigen Tagen eine gute zeitliche Konstanz und ändern sich nach Thomas im Laufe von sechs Monaten um nur wenige Millionstel. Derartige Legierungen werden jetzt auch in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt[15]) hergestellt, woselbst bereits gute Erfahrungen mit den Widerständen gemacht sind. Endgültiges kann in der relativ kurzen Zeit über das Verhalten dieser Gold-Chrom-Legierungen natürlich noch nicht gesagt werden. *(Schluß folgt.)*

[13]) J. O. Linde, Ann. Phys., Lpz. 10 (1931) S. 52.
[14]) J. L. Thomas, J. Res. Nat. Bur. Stand. 13 (1934) S. 681.
[15]) A. Schulze, Tätigkeitsber. d. PTR., Phys. Z. 38 (1937) S. 240

Spulen mit Massekernen.

Von **Martin Kersten**, Berlin.

(Schluß von S. 1338.)

621. 318. 323. 2. 042. 15

3. Die magnetischen Eigenschaften des Massekerns.

Nachdem wir in großen Zügen die einzelnen praktisch wichtigen Verlustanteile und ihre meßtechnische Trennung zusammengefaßt haben, wollen wir die physikalischen Bedingungen betrachten, die für den Massekern die Verlustbeiwerte w, h, n und die Permeabilität μ bestimmen.

Als Ausgangsstoff für die Massekerne dient ferromagnetisches Pulver, das vorwiegend aus Eisen oder aus anderen ferromagnetischen Stoffen besteht und durch verschiedene Herstellungsverfahren gewonnen wird. Auch in Anbetracht der Unabhängigkeit vom Bezug aus dem Ausland ist es von Bedeutung, daß uns in Deutschland ein besonders hochwertiges Eisenpulver für Massekerne zur Verfügung steht, das durch thermische Zersetzung des bei Raumtemperatur flüssigen Eisenkarbonyls gewonnen wird[12]). Infolge der Herstellung durch Kondensieren aus der Gasphase haben die einzelnen Pulverteilchen strenge Kugelform, die für die Isolierbarkeit und für die magnetischen Eigenschaften des Massekerns besonders günstig ist (Abb. 2).

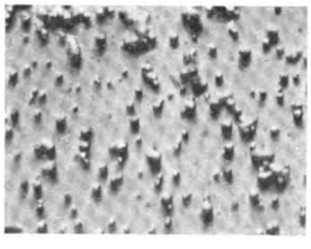


Abb. 2. Karbonyleisenpulver. Mittlerer Durchmesser der Kugeln etwa 5 μm.

Zur Herstellung von Massekernen wird das ferromagnetische Pulver, das oft noch thermisch und mechanisch vorbehandelt wird, meist unter Verwendung eines geeigneten Lösungsmittels mit Isolierstoffen vermischt. Das isolierte Pulver wird dann unter hohem Druck (etwa 1 bis 20 t/cm²) zu Massekernen verpreßt (Abb. 3).

Der auf den gesamten Kerninhalt bezogene Isolierstoffgehalt des Massekerns ist bestimmend für die erreichbare wirksame Kernpermeabilität. Der Isolierstoff bewirkt nicht nur die erforderliche elektrische Unterteilung gegen Wirbelströme, sondern außerdem eine magnetische Unterteilung quer zur Flußrichtung, die eine Scherung der Magnetisierungsschleife bzw. der Permeabilität zur Folge hat. (In unserem Bereich kleiner Feldstärken dürfen wir schlechthin von „Permeabilität" sprechen, da wir uns aus dem Bereich der Anfangspermeabilität kaum merklich entfernen.)

Für eine rohe Abschätzung der bei Massekernen zu erwartenden Permeabilitäten genügt die einfache Scherungsbeziehung[13])

$$\mu \approx \frac{\mu_0}{\mu_0/\mu_{\text{wahr}} + \alpha/3}, \quad (\alpha \ll 1, \mu \gg 1). \tag{8}$$

[12]) A. Mittasch, Z. angew. Chem. 41 (1928) S. 831.
[13]) Vgl. W. Deutschmann, wie Fußnote 7.

Digitized by Google

Darin bedeuten μ die am geschlossenen Massekernring gemessene wirksame (Ringkern-) Permeabilität, μ_{wahr} die „wahre" Permeabilität des Pulvers bei Abwesenheit der scherenden Isolierstoffzwischenschichten, $\mu_0 = 1{,}256\,06 \cdot 10^{-8}$ H/cm die Permeabilität des leeren

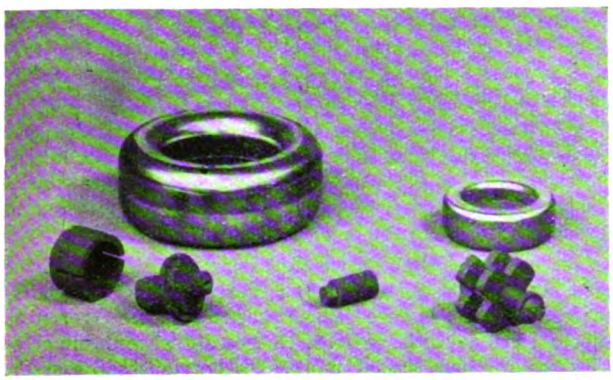


Abb. 3. Einige Massekerne in verschiedenen Ausführungsformen.

Raums und a den Raumanteil des Isolierstoffes. Abb. 4 soll die Bedeutung der Beziehung (8), die nur angenähert bei den üblichen vereinfachenden Annahmen gilt, näher veranschaulichen. In Abb. 4 ist die wirksame Ringkernpermeabilität μ in Abhängigkeit von der wahren Permeabilität μ_{wahr} der Pulverkörnchen nach (8) für verschiedene Isolierstoffanteile a eingetragen.

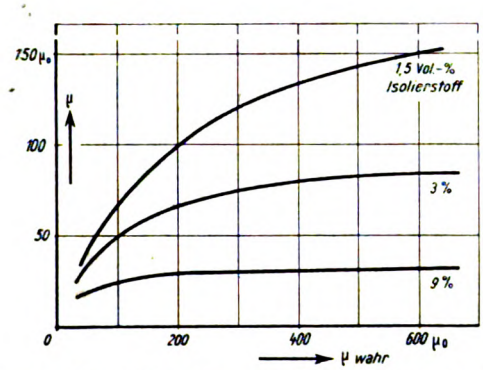


Abb. 4. Die wirksame Permeabilität μ eines Massekernes in Abhängigkeit von der wahren Körnchenpermeabilität μ_{wahr} und vom Isolierstoffgehalt.

Man sieht, daß durch den Isolierstoffgehalt schon eine obere Grenze $\mu_{max} = 3\,\mu_0/a$ für die Permeabilität μ des Massekerns festgelegt ist, die auch bei beliebig hoher Körnchenpermeabilität μ_{wahr} nicht überschritten werden kann. Da der Isolierstoffgehalt ohne Gefährdung der Isolierung gegen Wirbelstrom kaum wesentlich unter 2 Volumprozent des Eisens herabgesetzt werden kann, liegt die höchste, mit Massekernen praktisch erreichbare Permeabilität etwa bei $\mu_{max} = 3/0{,}02\,\mu_0 = 150\,\mu_0$, während nach unten bis $\mu = \mu_0$ selbstverständlich keine Grenzen bestehen.

Von grundlegender Bedeutung für die Anwendung von Massekernen ist der Zusammenhang zwischen der Scherung und dem Hysteresebeiwert h. Während nämlich der Wirbelstrombeiwert w und der Nachwirkungsbeiwert n bei Erhöhung des Isolierstoffgehaltes ungefähr linear mit μ abnehmen, erfährt der Hysteresebeiwert eine stärkere Abnahme etwa nach der Beziehung[14])

$$h = h_{wahr}\left(\frac{\mu}{\mu_{wahr}}\right)^2, \qquad (9)$$

die sich aus den Gesetzen der Magnetostatik ableiten läßt.

[14]) Vgl. W. Deutschmann, wie Fußnote 7, ferner M. Kersten u. H. Hesse, Elektr. Nachr.-Techn. 14 (1937) S. 66, Gl. (8).

Diese starke Scherung der Hysterese ermöglicht in der Massekerntechnik die Erzielung sehr kleiner Hysteresebeiwerte besonders dann, wenn durch eine geeignete Vorbehandlung des Pulvers dafür gesorgt ist, daß schon der wahre Körnchenbeiwert h_{wahr} verhältnismäßig niedrig liegt. Die Verbesserung der Hysterese durch Scherung ist natürlich besonders wirksam bei verhältnismäßig hohen Isolierstoffgehalten und entsprechend niedrigen Permeabilitäten, z. B. unter $50\,\mu_0$. Gerade bei diesen niedrigen Permeabilitäten sind für bestimmte Anwendungsgebiete äußerst kleine h-Werte erforderlich. Es gibt zwar auch viele Anwendungsgebiete für Massekernspulen, bei denen nur so geringe Stromstärken auftreten, daß besonders niedrige Hysteresebeiwerte h nicht verlangt werden müssen. Andere Anwendungsgebiete erfordern dagegen wieder äußerst geringe Hysteresebeiwerte. Das gilt besonders für die Spulen in den Geräten für das Fernsprechen mit Trägerfrequenzen unter Vielfachausnutzung der Leitungen. Um gegenseitige nichtlineare Störungen der verschiedenen Frequenzkanäle auf einem Leiterpaar hinreichend begrenzen zu können, braucht man Spulen mit äußerst geringer Hysterese[15]).

Auch an den Wirbelstrombeiwert w werden hohe Anforderungen gestellt, besonders bei Spulen für hohe Frequenzen. Um kleine Wirbelstrombeiwerte w zu erhalten, genügt nicht die Verwendung von sehr feinkörnigem Eisenpulver, wenn nicht gleichzeitig eine möglichst vollständige gegenseitige Isolierung der einzelnen Körnchen erreicht wird. Die Isolierschichten, die die Körnchen umgeben, müssen vor allem dem hohen Preßdruck bei der Kernherstellung mechanisch standhalten.

Für Massekerne mit kugelförmigen Einzelteilchen vom Durchmesser d, die vollständig voneinander isoliert sind, kann w ebenso wie für Eisenbleche bestimmter Dicke aus der wirksamen Permeabilität μ, der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit σ und dem Durchmesser d der Pulverteilchen berechnet werden. Man erhält angenähert[16])

$$w = \mu\,\sigma\,d^2 = 1{,}25\,\frac{\mu}{\mu_0}\,\frac{\sigma}{\mathrm{m/\Omega\,mm^2}}\left(\frac{d}{\mathrm{mm}}\right)^2 \mu\mathrm{s}. \qquad (10)$$

Für das übliche Karbonyleisenpulver muß in Gl. (10) ungefähr $d = 0{,}005$ mm und $\sigma = 10\ \mathrm{m/\Omega\,mm^2}$ eingesetzt werden, so daß sich für dieses Pulver bei vollständiger elektrischer Trennung aller Einzelteilchen der bestmögliche Grenzwert

$$w = 3 \cdot 10^{-4}\,\frac{\mu}{\mu_0}\,\mu\mathrm{s} \qquad (11)$$

ergibt. Dieser Grenzwert läßt sich auch bei fabrikationsmäßiger Herstellung mindestens auf einen Zahlenfaktor 2 bis 3 sicher einhalten.

Die Zahlenangabe (11) kann anschaulicher durch die Grenzfrequenz f_g[17]) ausgedrückt werden, die dem Wirbelstrombeiwert w umgekehrt proportional ist. Mit

$$f_g = \frac{4{,}1}{w/\mu\mathrm{s}}\ \mathrm{MHz} \qquad (12)$$

erhält man aus (11) als höchste Grenzfrequenz f_g, die praktisch mit der hier zugrundegelegten Eisensorte erreicht wird,

$$f_g = \frac{1{,}4}{\mu/\mu_0}\,10^{10}\ \mathrm{Hz}. \qquad (13)$$

Mit einfachen Zylinderkernen, wie sie z. B. für Kurzwellenspulen verwendet werden und deren Permeabilität infolge der äußeren Scherung kaum höher als 3 liegt, kann man entsprechend Gl. (13) eine Grenzfrequenz von etwa $5 \cdot 10^9$ Hz mit den angegebenen Körnchenabmessungen auch praktisch erreichen. Erst in diesem Frequenzgebiet beginnt also bei solchen Massekernen die „starke" Flußverdrängung im Eisenkern und die entsprechende starke Abnahme der mittleren Permeabilität.

[15]) Vgl. M. Kersten u. H. Hesse, wie Fußnote 14, dort nähere Angaben über diese Zusammenhänge.

[16]) M. Kornetzki u. A. Weis, Wiss. Veröff. Siemens-Werk. 15 (1936) S. 95.

[17]) W. Wolman, Z. techn. Phys. 10 (1929) S. 595.

Digitized by Google

Die mit Massekernen heute erreichbaren geringen Wirbelstromverluste sind auch schon bei viel tieferen Frequenzen, z. B. schon im Sprachfrequenzbereich, von technischem Wert, wenn Spulen mit möglichst geringem Frequenzanstieg des Widerstandes gewünscht werden. Allerdings treten in diesen Bereichen tiefer Frequenzen oft die Nachwirkungsverluste, die ja proportional mit f ansteigen, neben den Wirbelstromverlusten stark hervor. Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß bisher noch keine befriedigende physikalische Deutung dieser Verlustart gelungen ist, so daß die Herabsetzung des Nachwirkungsbeiwertes bei der Entwicklung eines bestimmten Massekernstoffes heute noch vorwiegend empirisch durch Versuchsreihen unter Veränderung der Herstellungsbedingungen angestrebt werden muß.

Um bei solchen Versuchsreihen im Laboratorium nicht jeden einzelnen Ringkern mit einer besonderen Meßwicklung bewickeln zu müssen, verwenden wir für solche Versuche häufig auseinanderschiebbare Meßkäfige[18]). Ein derartiger Meßkäfig stellt eine Ringspule dar, deren beide Hälften zwecks Einlegens des zu messenden Ringkerns auseinandergeschoben werden können. Für solche Versuche werden halbkreisförmige Kernhälften gepreßt, die in dem Meßkäfig paarweise zu einem Ringkern zusammengeschoben werden. Wir verwenden Meßkäfige verschiedener Größe und Wicklungsart für Wechselstrommessungen bei verschiedenen Frequenzen und für ballistische Messungen, für Messungen am Ferrometer usw. Bei einer Bauart dieser Käfige trägt der Wickelkörper eine einlagige Wicklung aus Hochfrequenzlitze und ist aus dem dielektrisch hochwertigen Trolitul hergestellt. Man erreicht dadurch, daß die Wicklungsverluste selbst bei hohen Frequenzen neben den Eisenverlusten unberücksichtigt bleiben können, wodurch die Bestimmung der Verlustbeiwerte des Eisens erleichtert wird (vgl. S. 1338).

4. Die Wahl der Kernpermeabilität.

Von wesentlicher Bedeutung für den Entwurf einer Spule ist die Frage nach der günstigsten Permeabilität des Kernes, die auch darüber entscheidet, ob in einem bestimmten Fall die Verwendung eines Massekerns überhaupt zweckmäßig ist. Eine Erhöhung der Kernpermeabilität bringt zwar eine Herabsetzung des Gleichstromwiderstandes R_0 einer Spule mit vorgegebener Induktivität, ist aber gleichzeitig z. T. zwangsläufig mit einer Erhöhung der Verlustbeiwerte w, h, n und damit auch des gesamten Verlustwiderstandes R_f verknüpft, wenn etwa gleichartige Kernstoffe zugrundegelegt werden, deren Permeabilität z. B. lediglich durch Änderung des Isolierstoffgehaltes des Massekernes beeinflußt wird. Infolgedessen kann jeder vorgegebenen Frequenz f eine bestimmte Permeabilität μ zugeordnet werden, für die bei dieser Frequenz der Verlustwinkel

$$\frac{R}{\omega L} = \frac{R_0 + R_f}{\omega L} = \frac{R_0(\mu) + R_f(\mu)}{\omega L}$$

einer Spule mit vorgegebener Induktivität L und vorgegebenem Rauminhalt V ein Minimum wird. Diese Tatsache folgt schon ohne weiteres daraus, daß R_0 proportional $1/\mu$ ist und wesentliche Anteile von R_f in roher Näherung etwa proportional μ verlaufen.

Für das unten beschriebene Beispiel einer Massekernspule ergibt sich z. B. bei etwa 80 kHz ein Minimum des Verlustwinkels, wenn die Permeabilität $\mu = 13\,\mu_0$ gewählt wird, während man bei einem ähnlichen Kernstoff für 10 kHz entsprechend $\mu = 35\,\mu_0$ als günstigste Permeabilität erhalten würde. Das Minimum des Verlustwinkels wird bei normalen Verhältnissen ungefähr (nicht genau) dann erreicht, wenn $R_0 = R_f$ ist.

Praktisch liegen bei den heute verfügbaren Kernstoffen die günstigsten Permeabilitäten oberhalb 100 kHz im allgemeinen unter $20\,\mu_0$ bis hinab zu etwa $2\,\mu_0$; unterhalb 10 kHz erreichen die günstigsten Permeabilitäten $50\,\mu_0$ und höhere Werte und überschreiten bei tiefen Frequenzen oft den an Massekernen höchstens erreichbaren Wert von etwa $150\,\mu_0$. Bei tiefen Frequenzen, etwa unter 100 Hz, werden darum oft Blechkerne mit höherer Permeabilität als $150\,\mu_0$ benutzt. Da man Blech- oder Bandkerne aus walztechnischen und preislichen Gründen nicht so fein elektrisch unterteilen kann wie hochwertige Massekerne und darum auch höhere Wirbelstromverluste erhält, kommen solche massiven magnetischen Kernstoffe im allgemeinen nur für tiefe Frequenzen in Betracht.

Die hier angedeuteten Grenzen liegen natürlich nicht genau fest. Hat man Kernstoffe zur Verfügung mit geringeren oder höheren Verlustbeiwerten, so verschieben sich die günstigsten Permeabilitäten für die gleichen vorgegebenen Frequenzen bzw. nach oben oder unten.

In vielen Fällen wird die Permeabilität überhaupt nicht durch den bestmöglichen Verlustwinkel festgelegt, sondern durch andere Forderungen. Eine wesentlich tiefere Permeabilität wird z. B. gewählt, wenn nicht ein möglichst kleiner Verlustwinkel im betriebsmäßigen Frequenzbereich, sondern ein möglichst geringer Anstieg des Widerstandes R mit der Frequenz gewünscht wird. Auch besonders scharfe Forderungen hinsichtlich geringer Hysterese machen oft eine Herabsetzung der Permeabilität gegenüber dem günstigsten Wert für kleinsten Verlustwinkel nötig.

5. Beispiel einer ausgeführten Spule.

Als Beispiel zeigt Abb. 5 den Verlauf des Wirkwiderstandes $R = R_0 + R_f$ einer Spule mit ringförmigem Massekern im Frequenzbereich zwischen 0 und 100 kHz. Die Abschirmkappe, die diese Spule umschließt, hat 200 cm³ Rauminhalt. Der Verlustwiderstand R_f ist bei dieser Spule in der oben beschriebenen Weise in seine einzelnen Anteile meßtechnisch zerlegt worden. Der Bestwert des Verlustwinkels wird mit $R/\omega L = 1{,}35 \cdot 10^{-3}$ bei etwa 80 kHz erreicht. Aus Abb. 5 ist zu ersehen, daß die einzelnen Verlustanteile befriedigend gegeneinander ausgeglichen sind. Der bei 100 kHz größte Anteil R_d, der vom Verlustwinkel der Eigenkapazität herrührt, kann durch Verwendung neuer verlustarmer Isolierstoffe (z. B. Styroflex) als Drahthülle fast vollständig unterdrückt werden, so daß auch praktisch Verlustwinkel unter 1‰ erreichbar sind. Die angegebenen Zahlenwerte beziehen sich jedoch auf eine fabrikationsmäßige Ausführung, bei der für die Wicklung noch die bisher üblichen Baustoffe benutzt wurden. Lediglich für die Herstellung des Massekerns aus Karbonyleisen wurden bereits neuere Versuchsergebnisse berücksichtigt. Die für den bestmöglichen Verlustwinkel bei etwa 80 kHz günstigste Permeabilität be-

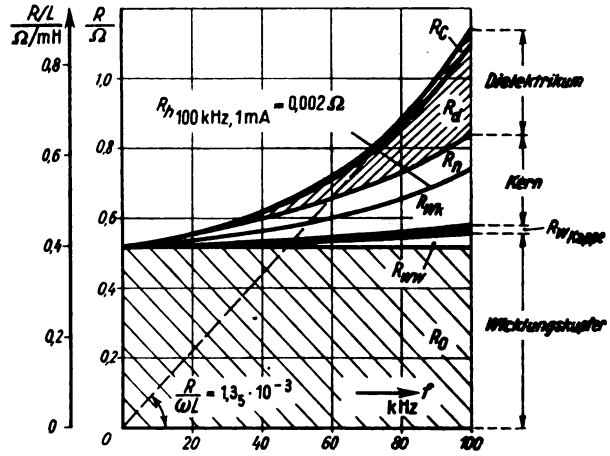


Abb. 5. Der Wirkwiderstand R einer 1,3 mH-Spule in Abhängigkeit von der Frequenz f.

[18]) Nach Versuchen von Herrn Dr. M. Kornetzki und dem Verfasser.

Digitized by Google

trägt in diesem Falle etwa $\mu = 13\mu_0$. An dem Spulenkern wurden folgende Verlustbeiwerte gemessen:

$$w = 0{,}01\ \mu s \qquad \left(\mu s = \frac{\Omega}{H\ kHz^2}\right)$$

$$h = 1{,}4\ cm/kA \qquad \left(cm/kA = \frac{\Omega}{H\ kHz\ A/cm}\right).$$

$$n = 0{,}8\ ‰ \qquad \left(‰ = \frac{\Omega}{H\ kHz}\right).$$

Die praktische Auswirkung dieser Zahlenwerte kommt anschaulich in Abb. 5 zum Ausdruck. Bemerkenswert ist der besonders kleine Hystereseswiderstand $R_h = 0{,}002\ \Omega$

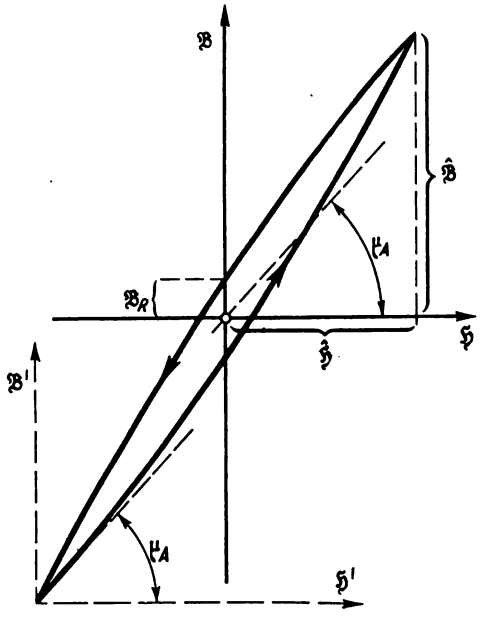


Abb. 6. Statische Hystereseschleife im Gültigkeitsbereich der Rayleigh-Jordanschen Beziehungen; praktisch erreichbar z. B. $\mathfrak{B}_R = 3 \cdot 10^{-6}\ \hat{\mathfrak{B}}$.

bei 1 mA und 100 kHz, der noch unter der Strichdicke der Abb. 5 bleibt. Diesem Hysteresewert entspricht der Klirrfaktor $k = {}^3/_5 \cdot R_h/\omega L = 1{,}5 \cdot 10^{-6}$ bei 1 mA Spulenstrom. Bei dieser Stromstärke beträgt die Remanenz $\mathfrak{B}_R$ der entsprechenden Hystereseschleife des Spulenkerns nur etwa ein Millionstel der gesamten Aussteuerung $2\,\hat{\mathfrak{B}}$ der magnetischen Induktion (vgl. Abb. 6).

Dieses an anderer Stelle ausführlicher behandelte Beispiel[19]) einer praktisch ausgeführten Massekernspule ist zur Erläuterung der voranstehenden Ausführungen besonders deshalb gewählt worden, weil es hinsichtlich der höchsten Betriebsfrequenz von etwa 100 kHz ungefähr in der Mitte steht zwischen den Spulen, die nur mit Sprachfrequenzen, und denen, die nur mit Hochfrequenz (z. B. 1 MHz und höher) betrieben werden, so daß die besonderen Kennzeichen der Spulen für diese beiden äußersten Frequenzgrenzen in diesem Beispiel noch gemeinsam zur Geltung kommen. Allerdings habe ich bei der vorliegenden Darstellung darauf verzichtet, die bei höchsten Frequenzen im Gebiet der Kurzwellen praktisch wichtige Stromverdrängung in der Wicklung zahlenmäßig zu behandeln und in die Trennung der Verlustanteile einzubeziehen. Auch auf viele andere wichtige Fragen bin ich nicht eingegangen. Es sei zum Schluß nur noch daran erinnert, daß die zeitliche Konstanz und die Abhängigkeit der Induktivität der Spulen von der Temperatur bei der Entwicklung der Spulen naturgemäß ebenfalls eine wesentliche Rolle spielen. Gerade hinsichtlich derartiger Forderungen sind mit Massekernspulen beachtliche Fortschritte erzielt worden.

Zusammenfassung.

In der Fernmeldetechnik werden Spulen mit ferromagnetischen Massekernen für verschiedene Zwecke fast im gesamten Bereich technischer Wechselstromfrequenzen bis zu etwa 10^8 Hz verwendet. Für die Wahl des Kernstoffes und den Aufbau der Wicklung sind mindestens sieben verschiedene Verlustanteile, die außer dem Gleichstromwiderstand merkliche Beiträge zum Wirkwiderstand der Spulen liefern, von praktischer Bedeutung. Die zur Erzielung kleinster Verlustwinkel $R/\omega L$ günstigsten Kernpermeabilitäten verschieben sich mit steigenden Betriebsfrequenzen nach kleineren Werten. Bei den üblichen Spulengrößen und bei vernünftigem wirtschaftlichem Aufwand stellt $R/\omega L = 1\,‰$ etwa die unterste technische Grenze für den Verlustwinkel von Spulen dar, die allerdings jeweils nur in der Umgebung der „günstigsten" Frequenz erreicht werden kann.

[19]) M. Kersten u. H. Hesse, wie Fußnote 14.

Umgestaltung vorhandener Lokomotivfahrleitungen im Braunkohlenbergbau.

Von **Erich Heide** VDE, Berlin.

621. 332. 31 : 622. 332

Übersicht. Infolge der fortgesetzten Steigerung der Braunkohlenförderung muß fast überall mit dem Neuaufschluß von Tagebauen begonnen werden. Hierdurch entsteht ein großer und vielseitiger Bedarf an neuen Betriebsmitteln. Erwünscht ist es, den Bedarf für die Neuaufschlüsse herabzusetzen, besonders bei den Fahrleitungsanlagen der Kohlen- und Abraumbahnen, da hier stets erhebliche Mengen an Eisen- und Fahrleitungsbaustoffen benötigt werden. Nachstehend wird gezeigt, wie durch zweckmäßiges Umgestalten vorhandener Fahrleitungen in alten Tagebauen Maste, Ausleger und Oberleitungsteile freigemacht werden können, mit denen der größte Teil des Bedarfs für die erforderlichen Neuaufschlüsse gedeckt werden kann.

Bei der Umgestaltung der Fahrleitungen werden fast ausschließlich Zusatzbauteile aus Heimstoffen erforderlich. Die Art dieser neuen Bauteile richtet sich lediglich danach, ob es sich um Fahrleitungen auf festverlegten oder auf schwenkbaren Strecken handelt.

Bei den Fahrleitungen für festverlegte Strecken mit Einfachaufhängung (ohne Tragseil) wurde meist auf den geraden Strecken ein größter Mastabstand von 25 m gewählt; der Kleinstabstand betrug je nach dem Halbmesser der Kurven oft nur wenige Meter. Bei zusätzlicher Verwendung von neuzeitlichen Fahrdrahtaufhängungen mit Gleitführungen und selbsttätigen Gewichtsnachspannungen kann dagegen auf gerader Strecke ein Mastabstand bis zu 55 m gewählt werden, sofern der Zustand der Gleisanlage dies zuläßt. Da bei der heutigen gesteigerten Förderung überall ein verhältnismäßig guter Unterbau und genügend gute Gleisführung vorhanden sind, kann ohne weiteres der zulässige große Mastabstand für eine neuzeitliche Ausführung der Fahrdrahtaufhängungen ausgenutzt werden. Es ergeben sich dann beim Umbau bestehender Anlagen gegenüber den bisherigen folgende erhebliche Vorteile:

1. Freiwerden von Masten, Auslegern, Oberleitungsteilen für neue Strecken annähernd in Höhe des halben Neubedarfs.
2. Verbesserung der Übersichtlichkeit der Anlage.
3. Verminderung des Verschleißes an Fahrdraht und Stromabnehmer-Schleifstücken.
4. Verminderung der Arbeiten zur Überwachung der Fahrleitungsanlage.

Digitized by Google

Auch auf Strecken mit Holzmasten (Abb. 1 und 2) können ähnliche Vorteile erzielt werden, wenn neuzeitliche Fahrdrahtaufhängungen mit Gleitführungen und selbsttätige Gewichtsnachspannungen eingebaut werden.

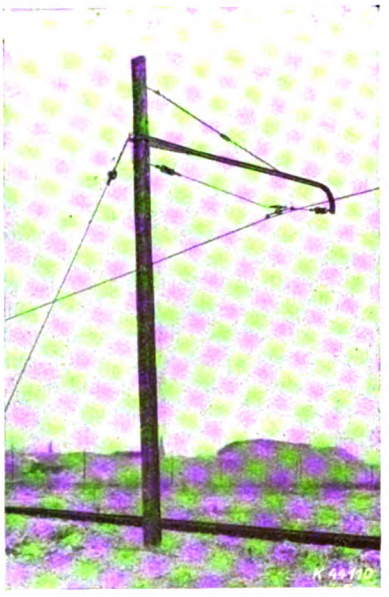


Abb. 1. Aufhängung am Ausleger mit neuzeitlicher Fahrdrahtgleitführung.

Weiter läßt sich auf festverlegten Strecken eine erhebliche Einsparung an Eisen und Leitungsbaustoffen erzielen, wenn aus der Entwicklung des alten Aufschlusses her Maste für Befestigung an den Schienen mit etwa 12 m Höchstabstand vorhanden sind. In diesem Falle müssen zwar Eisenmaste oder Holzmaste für Aufstellung im Erdreich angeschafft werden, doch können restlos alle Anschnallmaste dieser Strecken für den Neuaufschluß verwandt werden, so daß trotz des Umbaues nicht nur Einsparungen an neuen Betriebsmitteln erzielt, sondern auch die Gesamtkosten der Fahrleitungsanlage herabgesetzt werden. Diese Einsparungen sind so erheblich, daß es noch zweckmäßig ist, Strecken, deren Linienführung nur 1 bis 2 Jahre bleibt, nicht mehr wie bisher mit Anschnallmasten auszurüsten, sondern mit Eingrabmasten und der neuzeitlichen Fahrleitung mit selbsttätiger Gewichtsnachspannung und Fahrdrahtaufhängungen mit Gleitführungen. Wenn auf diesen Strecken Eisenmaste aufgestellt werden, empfiehlt es sich, diese nicht wie sonst üblich in Betonfundamenten aufzustellen, sondern mit Rücksicht auf die kurze Standzeit mit Druckschwellen zu versehen. Diese Art der Mastaufstellung hat sich für derartige Strecken im Braunkohlenbergbau durchaus bewährt.

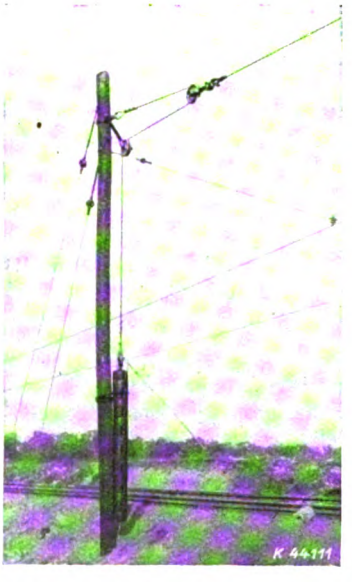


Abb. 2. Selbsttätige Gewichtsnachspannung für Einfachfahrleitung mit neuzeitlichen Fahrdrahtgleitführungen.

Bei den Fahrleitungen für schwenkbare Strecken können mit Rücksicht auf die Schleifbreite der verwendeten Stromabnehmer und die kleinsten vorkommenden Halbmesser erheblich größere Mastabstände als bisher üblich genommen werden, wenn zusätzlich neuzeitliche Gleitführungen an den Aufhängepunkten (Abb. 3) und Abspannmasten mit Spannvorrichtung an den Streckenenden eingebaut werden. Es ergeben sich also auch hier beim Umbau bestehender Anlagen die gleichen Vorteile wie beim Umbau der festverlegten Strecken und überdies Verminderung der Zahl der Kurzschlüsse infolge stets straff gespannter Leitung und Verminderung der Arbeiten beim Verschwenken der Strecke.

Wird die Strecke verschwenkt, ohne daß eine Längenänderung eintritt, so ist es erwünscht, daß die Arbeiten an der Fahrleitungsanlage, wie Entspannen und Spannen des Fahrdrahtes beim Verschwenken, völlig überflüssig werden, da diese im Betrieb meist aus Mangel an Zeit und Arbeitskräften doch nicht erfolgen und ihre Unterlassung dann zur Beschädigung der Maste und Leitungs-

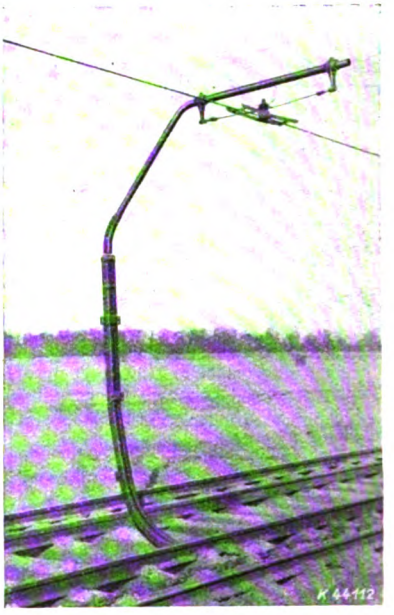


Abb. 3. Aufhängung für schwenkbare Strecke mit neuzeitlicher Fahrdrahtgleitführung.

baustoffe führen kann. Es wird dies dadurch erreicht, daß außer den erwähnten neuzeitlichen Fahrdrahtgleitführungen und Abspannmasten mit Spannvorrichtungen auch an den Schwenkpunkten selbsttätige Gewichtsnachspannungen, wie für die festverlegten Strecken beschrieben, in die Fahrleitungen eingebaut werden.

Zusammenfassung.

Sowohl für die festverlegten Strecken als auch für die schwenkbaren können durch die vorbeschriebene Umgestaltung nicht nur erhebliche Mengen an Masten und Oberleitungsteilen für neu zu verlegende Strecken frei werden, ohne daß die Betriebssicherheit der bestehenden Anlagen darunter leidet, sondern es werden auch die laufenden Unkosten für Wartung, Abnutzung und Erneuerung der Anlage erheblich vermindert. Für neu zu erstellende Strecken ist die Verwendung derartiger neuzeitlicher Fahrleitungsanordnungen besonders zu empfehlen, da hier alle Möglichkeiten der Einsparung von Eisen und Fahrleitungsbaustoffen restlos erschöpft werden können, um betriebssichere Anlagen mit der kleinstmöglichen Mastzahl und den geschilderten betrieblichen Vorteilen zu beschaffen.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrische Maschinen.

621. 313. 013 : 538. 23 **Hysteresisverluste bei hohen Induktionen.** — Da die Induktionen in elektrischen Maschinen in den letzten Jahren immer höher getrieben wurden, ist die Kenntnis der Hystereseverluste bei Induktionen über 20 kG wichtig geworden, für die das Steinmetzsche Gesetz ($W = \eta \mathfrak{B}^x$) nur noch beschränkt gilt. Daher bestimmt Roberts auf kalorimetrischem Wege die Gesamtverluste und zieht die berechenbaren Wirbelstromverluste ab. Dieses Verfahren ist zulässig, solange die Wirbelstromverluste nur einen Bruchteil der Gesamtverluste ausmachen; bei den vorliegenden dünnen legierten Blechen ist der Anteil (nach den Meßergebnissen) höchstens 18,5 %. Die Messungen werden im Luftspalt eines Elektromagneten an 4 %-Si-Blechen von 0,35 und 0,13 mm Dicke durchgeführt bis $\mathfrak{B} = 23$ kG. Der Temperaturverlauf wird mit Widerstandsthermometer gemessen, der Höchstwert der Induktion aus der induzierten Spannung (gemessen mit Galvanometer unter Verwendung eines Kupferoxydul-Gleichrichters) unter Berücksichtigung der Luftlinienkorrektion berechnet. Für die kalorimetrische Messung ist außerdem die Kenntnis der spezifischen Wärme der Bleche erforderlich.

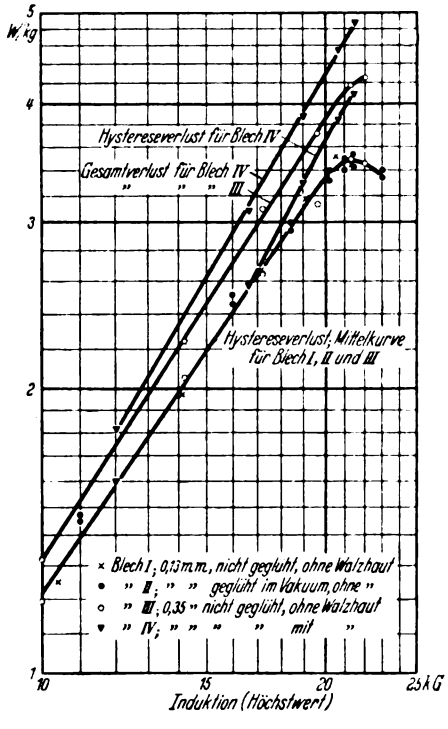


Abb. 1. Gesamt- und Hysteresisverluste.

Die auf diese Weise erhaltenen Gesamt- und Hystereseverluste sind in Abb. 1 für 4 Bleche *I* bis *IV* dargestellt. Die Werte für die Hystereseverluste der Bleche *I*, *II* und *III* ohne Walzhaut lassen sich mit genügender Genauigkeit durch eine einzige Kurve darstellen; die Hystereseverluste der Bleche ohne Walzhaut folgen demnach dem Steinmetzschen Gesetz $W = \eta \mathfrak{B}^x$ bis rd. 20 kG, erreichen bei etwa 21 000 einen Höchstwert und nehmen bei noch höheren Induktionen sogar wieder etwas ab. Für das Blech mit Walzhaut gilt das Steinmetzsche Gesetz nur bis etwa 17 kG; die Verluste bei hohen Induktionen sind größer als für die Bleche ohne Walzhaut und erreichen bei 21 400 G noch keinen Höchstwert. Diese Erscheinung erklärt sich aus der Tatsache, daß die Walzhaut zwar eine geringere Permeabilität hat, aber einen höheren Wert für x aufweist; bei hohen Induktionen steigt mit dem Sinken der Permeabilität des Bleches der Flußanteil der Walzhaut und dadurch die Hystereseverluste des Bleches mit Walzhaut. Weitere Versuche mit noch höheren Induktionen sollen den Verlauf der Kurven noch fortsetzen. [H. J. Roberts, Electrician 119 (1937) S. 385; 2 S., 2 Abb.] *Sng.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621. 316. 13. 015. 1 **Verbesserung der Unsymmetrie der Spannungen oder Lastausgleich in einem unsymmetrisch belasteten Drehstromnetz.** — Der Einfluß der verschiedenen Umspannerschaltungen beschränkt sich auf eine verschiedene Verteilung des Stromes der Einphasenlast auf die drei Drehstromleiter. A. Maret zeigt, daß sich die zahlreichen Varianten dieser Schaltungen in bezug auf die primäre Unsymmetrie der Spannungen auf zwei typische Schaltungen zurückführen lassen. Begnügt man sich mit dem Anschluß einer Einphasenlast über Umspanner, einer Maßnahme, die sich aber im wesentlichen nur auf die Stromverteilung auf alle drei Leiter der Drehstromseite bezieht, so empfiehlt der Verfasser die Stern-Dreieck-Schaltung. An anderer Stelle ist nachgewiesen worden[1]), daß es grundsätzlich nicht gelingt, mit Hilfe von Umspannerschaltungen eine Stromsymmetrie auf der Drehstromseite zu erreichen. Die Stromunsymmetrie bleibt vielmehr (unter Voraussetzung starrer Spannungen der Drehstromseite) von der Umspannerschaltung völlig unabhängig, weil Umspanner keinen Energiespeicher enthalten, der die pulsierende Einphasenlast in eine zeitlich konstante Drehstromlast verwandeln könnte.

Ferner wird die Möglichkeit erörtert, die unsymmetrischen Spannungen der Drehstromseite durch Zusatzspannungen zu verbessern, die mit Hilfe von Regelumspannern an geeigneten Punkten dem Netz aufgedrückt werden.

Die vollständige Lösung des Symmetrierungsproblems besteht in der Symmetrierung der Einphasenlast durch Kondensatoren und Drosselspulen oder Dreiphasen-Synchronmaschinen. Im Anschluß wird eine Symmetrierungseinrichtung mittels Zweiphasenmaschinen und Scott-Umspanner erörtert. Die erforderliche Größe der Maschinen wird ermittelt und ihre selbsttätige Regelung erörtert. Als zweckmäßigste Symmetrierung wird die mittels Drosseln und Kondensatoren bezeichnet, wenn keine selbsttätige Regelung erforderlich ist, die Symmetrierung mittels Maschinen, wenn eine solche Regelung verlangt wird. — Die Zusammenhänge, die bei der Symmetrierung mittels Drosseln und Kondensatoren vorliegen, sind an anderen Orten[1]) eingehend erörtert worden, es sei hier darauf hingewiesen, daß dabei auch eine selbsttätige Regelung grundsätzlich möglich ist. [A. Maret, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 357; 10 S., 26 Abb.] *gn.*

551. 594. 21 **Gewitterfragen.** — In einem Vortrag von Goodlet und einer eingehenden Aussprache dazu sind u. a. folgende bewerkenswerte Fragen behandelt worden. Beim Vergleich der Blitzentladungen mit einer Entladung zwischen Metallelektroden darf nicht übersehen werden, daß bei den Metallelektroden die Ladung auf ihrer Oberfläche verteilt ist und leicht zu dem Entladungskanal hinfließen kann. Bei der Blitzentladung sind aber keine derartigen Elektroden vorhanden. Die Ladungen sind nicht oberflächlich, sondern räumlich verteilt. Die Leitfähigkeit innerhalb einer Wolke ist geringer als die der umgebenden Luft. Eine Wolke kann deshalb nur durch eine Anzahl ionisierter Durchschlagkanäle, die ihren ganzen Raum durchdringen, entladen werden. Man kann die Wolke nicht als einen aufgeladenen Leiter darstellen. Man darf auch nicht vergessen, daß die außerhalb der Wolke sichtbare Blitzbahn sich in ihrem Innern in verästelten und verzweigten Kanälen fortsetzt. Die Blitzentladung beginnt in der Nähe unter der Wolke an einer Stelle besonders hoher Feldstärke und entwickelt sich von hier aus aufwärts in die Wolke hinein und abwärts nach Erde hin. Der Kreis wird geschlossen durch Streuströme zwischen den oberen und unteren Verästelungen, zwischen den inneren Entladungsbahnen der Wolke und Erde und zwischen der Spitze des Entladungskanals und Erde. An Stellen, an denen durch die Form der Erdoberfläche oder der Wolke günstige Windbedingungen bestehen, so daß eine Konzentration von Ionen stattfinden kann, können sich bevorzugt Entladungen ausbilden.

Nach Ansicht des Verfassers ist die Theorie, daß durch die Bodenleitfähigkeit die Einschlagstellen bestimmt werden, gut begründet, was von der Theorie des Einflusses der höheren Luft-

[1]) V. Aigner, ETZ 57 (1936) S. 971 u. 997.

Digitized by Google

leitfähigkeit auf die Einschlaggefährdung nicht gesagt werden kann.

Bezüglich des Wellenwiderstandes des Blitzkanals gibt es zwei Möglichkeiten der Betrachtung:

1. Man nimmt an, daß sich längs der Blitzbahn eine Spannung wanderwellenartig nach dem Einschlagpunkt hin bewegt, oder
2. daß die Blitzbahn auf eine Spannung aufgeladen ist und im Augenblick des Auftreffens auf einen geerdeten Gegenstand entladen wird.

Für gleich hohe Spannungen und denselben Wellenwiderstand ergibt sich im zweiten Falle ein doppelt so hoher Strom wie im ersten. Am einfachsten ist es, den Strom als gegeben anzunehmen, der in dem getroffenen Gegenstand zur Erde abfließt. Die Spannung an dem Einschlagpunkt ist dann gegeben durch den Strom und den Wellenwiderstand des getroffenen Ableiters. Im Widerspruch zu dieser Anschauung steht, daß als ziemlich sicher angenommen werden kann, daß der Entladungsstrom nicht unabhängig vom Erdungswiderstand des getroffenen Ableiters ist. Für die Berechnung des Wellenwiderstandes der Blitzbahn, der zwischen 200 und 600 Ω liegen kann, wird eine Formel angegeben. Diese Rechnung gilt jedoch nur für einen verlustfreien Leiter, längs dessen sich die Wellen mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen. Der Blitzkanal hat aber wahrscheinlich einen hohen Längswiderstand, und nach den Aufnahmen von Schonland ist die Vorwachsgeschwindigkeit der Hauptentladung wesentlich geringer als die Lichtgeschwindigkeit. Die Unterlagen sind gerade in diesem Punkt sehr unsicher für eine einwandfreie Beurteilung. In der Aussprache ist entgegengehalten worden, daß die angegebene Berechnungsformel nur für zwei parallele Leiter gilt und daß sie nicht angewendet werden kann, wenn die Symmetrieebene im rechten Winkel zur Leiterachse steht. Der Widerstand der Blitzbahn sei hauptsächlich durch die Ionisation bedingt, und man solle deshalb die Bezeichnung „Wellenwiderstand" vermeiden.

Ausführlich wird dargelegt, daß man den Wellenwiderstand des Mastes bei der Bestimmung des Mastkopfpotentials im Augenblick des Stoßstromdurchganges berücksichtigen müsse. Es wird dann aber zum Schluß wieder die Ansicht vertreten, daß wegen des endlichen Spannungsanstieges für die Spannungsbeanspruchung der Leiterisolation doch nur der Ableitungswiderstand der Masterdung maßgebend ist. Zu dieser Frage ist in der Aussprache sehr eingehend Stellung genommen worden, insbesondere wurde darauf hingewiesen, daß hier die Anschauungen noch stark auseinandergehen. Miller weist darauf hin, daß, wenn die Anstiegsteilheit in Beziehung mit der Höhe und dem Wanderwellenwiderstand der Masten von Einfluß ist, die Isolatoren an allen Eisenmasten von Nieder- und Mittelspannungsleitungen bei jedem Einschlag überschlagen müßten, ohne Rücksicht auf die Erdungswiderstände. Auch müßten Flußkreuzungsmasten wegen ihrer Höhe von Überschlägen mehr betroffen werden als gewöhnliche Masten. Da dies aber nicht zutrifft, ist die Schlußfolgerung berechtigt, daß die Ansichten über den Einfluß des Wanderwellenwiderstandes der Masten nicht zutreffen können. Warrel und Ryle stehen dagegen auf dem Standpunkt, daß es nicht richtig ist, die Mastkopfspannung beim Stoßstromdurchgang einfach aus dem Scheitelwert des Stromes und dem Erdübergangswiderstand zu berechnen. Während einer Zeit, die dem doppelten Laufweg des Stoßstromes im Mast entspricht, müsse der Wanderwellenwiderstand des Mastes wirksam sein. Bemerkenswert ist die Mitteilung von Biles, daß auch an Masten mit Erdungswiderständen unter 10 Ω neuerdings Überschläge an neungliedrigen Isolatorenketten vorgekommen sind. (Anm. d. Ber.: Daß die Theorie des rückwärtigen Überschlages nicht in allen Fällen uneingeschränkte Gültigkeit hat, daß vielmehr noch andere Umstände, die bislang leider in ihren Zusammenhängen noch ungeklärt sind, von Einfluß sind, ist auch bei den deutschen Untersuchungen über Blitzeinschläge in Freileitungen schon lange festgestellt worden. Bisher waren ähnliche Beobachtungen vom Auslande noch nicht mitgeteilt worden.) Goodlet weist in seinem Schlußwort zu diesem Punkt darauf hin, daß, wenn die Wanderwellenwiderstände der Masten immer ausschlaggebend wären, die Zahl der Überschläge nicht durch eine Verbesserung der Erdungen abgenommen hätte, wie es tatsächlich der Fall ist. Aus den bisher aufgenommenen Kathodenstrahloszillogrammen könne man im allgemeinen nichts über die Steilheit des Stoßstromanstieges in den Masten entnehmen, weil stets nur die Überspannungen auf den Leiterseilen gemessen worden sind und diese entweder induziert sind oder von Überschlägen herrühren. Im letzten Fall ist aber die Stirn der Stoßspannung durch die Überschlagverzögerung der Isolatoren bedingt.

Aus der sehr umfangreichen Arbeit sind hier nur die bemerkenswertesten Punkte herausgegriffen worden. Behandelt wird noch u. a. die Frage der zusätzlichen Isolation durch Holzmasten und der Wirksamkeit von Erd- und Bodenseilen. Der Arbeit ist ein ausführliches Schrifttumverzeichnis angefügt sowie Anhänge über die Entwicklung von Blitzentladungen, die Berechnung der Kapazität eines senkrechten Leiters und über Wanderwellen auf Leitungen mit mehreren Drähten. [B. L. Goodlet, J. Instn. electr. Engrs. 81 (1937) S. 1; 55 S., 26 Abb.] *Gd.*

621. 311. 21 (494) **Das Etzelwerk.** — Eine schon vor rd. 40 Jahren geplante große Hochdruck-Wasserkraftanlage[1] von 88 000 kW wurde in der Schweiz zwischen Einsiedeln und dem oberen Zürichsee unter Ausnutzung einer Gefällstufe von 480 m — entgegen der ursprünglich errechneten von 450 m — seiner Bestimmung übergeben. In der „Hühnermatt" ist der See durch einen Erddamm von 14 m Höhe, 155 m Länge und 71 m größter Breite abgeschlossen, während „In den Schlagen" der Sihlfluß durch eine 28 m hohe Staumauer mit 124 m Länge und größter Breite von 21 m zu einem etwa 9 km langen und im Mittel 1,3 km breiten See von 92 Mill m³ Nutzinhalt gestaut wird. In der Mauerkrone der Staumauer sind drei Tauchschützen von je 10 m l. Br. und 2,45 m Höhe eingebaut, ein Grundablaßstollen gestattet eine Höhenregelung des Seespiegels. Der in die Mauer eingebaute Stolleneinlauf ist an seiner Mundung durch einen Rechen abgeschlossen. Die anschließende 2,8 km lange Stollenstrecke, teilweise im offenen Einschnitt, erreicht mit 4,4 ‰ das Wasserschloß und das Apparatehaus, wo sie kurz vorher in eine 2,17 km lange zweisträngige Druckleitung übergeht. Der oberste Durchmesser der Druckleitungen wurde angesichts späterer Erweiterung auf 2,10 m, der unterste auf 1,80 m bemessen, während sie im weiteren Verlauf im Maschinenhaus als neuartig ausgeführte Ringleitung mit einem Durchmesser von 1 m zusammengeschlossen sind. Bei Altdorf, am Übergang in den flachen Talboden, ist das Maschinenhaus gelegen, das für sechs Maschinengruppen für je 14 720 kW mit senkrechter Achse und 500 U/min gebaut wurde, doch ist für eine künftige Erweiterung um zwei gleiche Maschinengruppen Vorsorge getroffen, so daß die heute mögliche Gesamtleistung von 88 320 kW auf 117 760 kW gebracht werden kann.

Das Etzelwerk ist ein „Gemeinschaftsunternehmen" der Schweizer Bundesbahnen mit der AG. der Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK). Drei für die NOK bestimmte Generatoren erzeugen Dreiphasenwechselstrom von 10 000 V und 50 Hz, während die drei anderen für die SBB bestimmten Einphasenwechselstrom von 10 000 V und 16⅔ Hz liefern. Gegenüber dem früheren Plan erfuhr demnach die für die NOK eingebaute Leistung eine Erhöhung um 7350 kW. Durch Zuordnung je eines Transformators zu jedem Generator wurde je eine Betriebseinheit gebildet. Die Transformatoren für die NOK sind für eine Oberspannung von 150 kV eingerichtet, können jedoch durch Umschaltung auch für 50 kV verwendet werden.

Das Einzugsgebiet des Stausees mißt 156,5 km². Jahrzehntelange Messungen ergaben einen mittleren Wasserzufluß von 7,4 m³/s oder 235 Mill m³ je Jahr. Bei dem vorhandenen Bruttogefälle von 483 m ergibt jedes Kubikmeter Wasser 1 kWh. Für regelmäßige Kraftnutzung sind im Durchschnitt 5 m³/s oder 152 Mill m³ verfügbar. Von den damit erzeugten 152 Mill kWh sollen 111 Mill kWh im Winter und 41 Mill kWh im Sommer ausgenutzt werden, wobei man annimmt, daß in Jahren mittlerer und hoher Wasserführung weitere 53 Mill kWh aus dem Überschußwasser erhältlich sein werden. Die Wirtschaftlichkeit des Etzelwerkes will man zu einem späteren Zeitpunkte durch einzubauende Pumpen, die das Wasser nach dem Stausee zurückfördern, erhöhen. [Sonderdruck aus d. Schweiz. Energ. Kons. (1937) H. 8 und 9; 16 S., 12 Abb.] *G. W. K.*

Geräte und Stromrichter.

621. 316. 9. 23. 1 **Das Wesen der trägen Schmelzsicherungen und ihr Zweck.** — Ausgehend von dem Begriff „Sicherungsgrenzstrom", dem Mittel zwischen kleinstem und größtem Prüfstrom in Anpassung an die größtmögliche Dauerbelastbarkeit isolierter Leitungen, dem „Leitungsgrenzstrom", kommt man bei thermisch auslösenden Stromsicherungen zu dem Begriff der Trägheit im Sekundenbereich. Diese Trägheit als Abhängigkeit der Ansprechzeit von der Belastungsstromstärke beträgt bei gewöhnlichen, den „flinken" Sicherungspatronen bei Belastung mit dem Fünffachen des Nennstromes etwa 0,1 s, bei trägen Patronen

[1] Siehe ETZ 53 (1932) S. 107.

Digitized by Google

dagegen das Zehnfache, nämlich 1 s. Dieser höhere Trägheitsgrad bietet erhebliche Vorteile in Anlagen mit hohem Einschaltstrom, dessen Stromspitze in diese Zeitspanne fällt.

Bevor träge Patronen zur Verfügung standen, also bis vor etwa fünf Jahren, war man genötigt, für solche Anlagen stärkere Sicherungspatronen zu verwenden, nämlich stärkere flinke Patronen, die nennstromstärker sind, als es die Zuleitungen zu dem betreffenden Stromverbraucher, z. B. einem Motor entsprechend seiner Nennaufnahme, erforderlich machen. Das nötigte dann aber rückwirkend auch zu stärkeren Leitungsquerschnitten. Diesen Mehraufwand erspart die träge Patrone, weil sie zufolge ihrer größeren Einschaltträgheit im Sekundenbereich nennstromschwächer gewählt werden kann. Die hierdurch mögliche Querschnittsersparnis ist wichtig für die Planung von Anlagen, aber auch bedeutungsvoll, wenn nachträglich ein Motor anzuschließen oder ein schwächerer Motor durch einen stärkeren zu ersetzen ist oder wenn die Zahl der Motoren nachträglich vermehrt werden muß (ähnlich auch bei Beleuchtungsanlagen). Für letztgenannte Fälle ermöglichen träge Patronen zumeist, die vorhandenen Leitungen mit ihren, dem Dauerbetrieb angepaßten Querschnitten unverändert beizubehalten.

Träge Patronen an Stelle von flinken bringen häufig auch Ersparnis an Sicherungssockeln oder Elementen, insofern als oft z. B. 25 A-Sockel oder Elemente ausreichen, wo sonst solche mit Nennstrom 60 A nötig wären. Beträchtliche Vorteile bieten träge Patronen vor Motorschutzschaltern u. a., weil sie häufig besser als diese imstande sind, größte Kurzschlußstromstärken abzuschalten, hierbei sich aber doch der Trägheit der Motorschutzschalter vorteilhafter angleichen lassen als flinke Patronen. Das gilt auch für Installations-Selbstschalter. Gerade vor diesen erweisen sich träge Patronen als nützlich, und zwar sowohl für Planung als auch nachträglichen Einbau von Installations-Selbstschaltern. Auch hier ergeben sich Ersparnisse am Leitungsquerschnitt.

Da es im Wesen der trägen Patronen liegt, sich weniger zu erwärmen, bevorzugt man sie zunehmend auch als Haupt- und Hausanschlußsicherungen in geschlossenen Kästen.

Der Trägheitsgrad ist übrigens so gewählt, daß rechtzeitiges Abschalten auch im Sinne der Leitsätze für Schutzmaßnahmen gegen Berührungsgefahr erfolgt, wenn an Stelle einer flinken Patrone eine träge Patrone gleicher Nennstromstärke gesetzt wird. Bis zu Nennstrom 25 A unterbrechen träge Patronen das 2,5fache ihres Nennstromes in Bruchteilen von Sekunden. Erdschluß kann bei nennstromschwächeren trägen Patronen nicht so hoch ansteigen, bzw. nicht so lange bestehen bleiben, als bei Verwendung flinker Patronen, wenn diese in nennstromstärkerer Ausführung verwendet werden müssen.

Beachtlich sind die erprobten Daten zur Einhaltung von Selektivität bei Hintereinanderschaltung von trägen und flinken Patronen und trägen Patronen vor Selbstschaltern je nach Höhe der möglichen Kurzschlußstromstärken.

Die Forderungen, die vor Jahren an Wirkungsweise und Verhalten von trägen Patronen gemeinsam aufgestellt wurden und ihr Entstehen bewirkten, haben sich in fünfjähriger Praxis als voll erreichbar erwiesen, so daß noch weiter zunehmende Verwendung träger Patronen neben den gewöhnlichen sicher zu empfehlen und zu erwarten ist. [W. Klement, Siemens-Z. 17 (1937) S. 425; 6½ S., 11 Abb.] *Vb.*

621. 316. 87. 001. 4 : 621. 313. 322. 016. 3 **Wasserwiderstand zur Belastung eines 82 500 kVA-Generators.** — Zur versuchsmäßigen Belastung eines in den V. S. Amerika (Boulder Dam) installierten Generators 82 500 kVA, 16,5 kV wurde ein Wasserwiderstand vorgesehen. Nach kurzer Angabe der Berechnung dieses Wasserwiderstandes (unter Berücksichtigung einer Stromdichte von 0,5 bis 5 A/mm²) wird die Einrichtung näher beschrieben. Die Klemmen des Generators wurden durch Einleiterkabel mit kupfernen Rohren (ein Rohr je Phase) von rd. 150 mm Dmr. und rd. 5500 mm Länge verbunden, die mit Hilfe einer Aufhängevorrichtung einfach in den Stausee eingesenkt wurden. Die Entfernung der drei im Dreieck angeordneten Rohre voneinander beträgt rd. 6 m; sie sind mit Hilfe von Isolatoren an einem eisernen Gestell befestigt, das an einem Ausleger hängt. Während des Versuches wurde die Temperatur des Wassers nicht gemessen; es werden die Erscheinungen während des Betriebes beschrieben, wie Gasblasen, Dampferzeugung, Wirbel u. a. Die Einrichtung wurde bisher nur mit 56 000 kVA betrieben, die Belastung soll jedoch später auf 82 500 kVA erhöht werden. [T. W. Mermel, Electr. Wld., N.Y. 108 (1937) S. 44; 3 S., 4 Abb.] *Rgn.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 314. 224. 089. 6 **Prüfung von Stromwandlern.** — Die in den letzten Jahren durchgebildeten Stromwandler-Prüfeinrichtungen beruhen im allgemeinen darauf, daß der zu prüfende Wandler in einer Differenzschaltung mit einem praktisch fehlerfreien Normalwandler verglichen wird[1]). Um ohne Normalwandler arbeiten zu können, haben P. de la Gorce und J. Cuilhé auf das von H. Schering und E. Alberti[2]) eingeführte Kompensationsverfahren zurückgegriffen, bei dem die vom Primär- und Sekundärstrom des Prüflings in zwei reinen Ohmwiderständen hervorgerufenen Spannungsabfälle über Spannungsteiler und Vibrationsgalvanometer miteinander verglichen werden, und bei dem die Phasenabgleichung (Fehlwinkelmessung) mit einem veränderbaren Kondensator vorgenommen wird. Da hierbei die Widerstandswerte und Phasenabweichungen der niederohmigen, vom Primär- und Sekundärstrom durchflossenen Starkstromwiderstände in voller Größe in die Messung des Übersetzungsfehlers bzw. Fehlwinkels eingehen, wurden diese Widerstände mit besonderer Sorgfalt in folgender Weise hergestellt: Zahlreiche (bis zu 60) gleichartige, isolierte und miteinander verdrillte Manganindrähte von 0,8 mm Dmr. wurden parallel geschaltet, mit verdrillten Zuleitungsdrähten versehen und in einem Ölbad mit gleichbleibender Temperatur angeordnet. Die Phasenabweichung dieser Widerstände wurde mit Vergleichswiderständen von bekannter Zeitkonstante (rechteckige Drahtschleifen, deren Induktivitätswerte nach bekannten Formeln berechnet wurden) gemessen. Es wird angegeben, daß mit derartigen Anordnungen der Übersetzungsfehler auf etwa $^1/_{100}$% und der Fehlwinkel auf etwa 2 bis 3′ genau ermittelt werden kann. [P. de la Gorce und J. Cuilhé, Bull. Soc. franç. Électr. 7 (1937) S. 1080; 7 S., 4 Abb.] *Ggr.*

Elektrische Prüfämter 47 und 48. — Den Gas-, Elektrizitäts- und Wasserwerken der Stadt Köln ist die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfamt 47 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen[3]), und zwar

mit Gleichstrom	bis	400 A	800 V,
mit Wechsel- und Drehstrom	bis	1000 A	50000 V.

Dem Städtischen Elektrizitätswerk in Düsseldorf ist die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfamt 48 amtliche Prüfungen und Beglaubigungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen[4]), und zwar

mit Gleichstrom	bis	5000 A	750 V,
mit Wechsel- und Drehstrom	bis	3000 A	25000 V.

621. 317. 785 **Prüfungen und Beglaubigungen.** — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung Nr. 451[5]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 174 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht:

Zusatz zu System 174, die Formen EM4e, EM4eR, EM4eD, EM4eD3, EM4eR3, EM4eL und EM4eRL, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter, hergestellt von der Firma **Hellowatt Werke Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in **Berlin-Charlottenburg.**

Berlin-Charlottenburg, den 31. Juli 1937

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
Stark".

[1]) W. Hohle, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 849; Physik. Z. 35 (1934) S. 844; A. H. M. Arnold, J. Inst. electr. Engrs. 74 (1934) S. 424. Zusammenfassende Darstellung: B. Hague, Instrument transformers, S. 504 bis 516; London: I. Pitman, 1936.

[2]) H. Schering und E. Alberti, Arch. Elektrotechn. 2 (1914) S. 263.

[3]) Reichsministerialblatt 1937, S. 481. Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 453 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

[4]) Reichsministerialblatt 1937, S. 508. Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 454 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.

[5]) Reichsministerialblatt 1937, S. 514.

Digitized by Google

Beschreibung[1]):

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 370[2]) vom 12. 1. 1935, Nr. 378[3]) vom 28. 2. 1935 und Nr. 439[4]) vom 25. 3. 1937 zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Formen EM4e, EM4eR, EM4eD, EM4eD3, EM4eR3, EM4eL und EM4eR des Systems ⌐174¬ werden auch in Ausführung mit einer geänderten Vorrichtung zum Drehfeldausgleich hergestellt. Die Vorrichtung besteht darin, daß ein Ausgleichwiderstand in Reihe mit den beiden in den Phasen R und T liegenden Spannungsspulen geschaltet ist. Außerdem wurde das Ankergewicht der Zähler gegenüber der bisherigen Ausführung durch Verstärkung der Ankerachse erhöht. Die Zähler können für die gleichen Meßbereiche beglaubigt werden wie die Zähler der bisher zugelassenen Ausführungen, d. h. für Nennstromstärken von 3 bis 150 A, für Nennspannungen bis 450 V (verkettet) und für Nennfrequenzen von 50 bis 60 Hz.

Das Ankergewicht wurde bei einem der untersuchten Zähler zu 85 g ermittelt. Im übrigen waren die Eigenschaften der Zähler etwa die gleichen wie die der bisher zugelassenen Ausführungsformen.

„Bekanntmachung Nr. 452[5]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen ⌐25¬ und ⌐35¬ folgende Stromwandlerformen als Zusatz eingereiht:

I. Zusatz zu System ⌐25¬, die Formen A10P3Y und A10P3aY, Stromwandler für einphasigen Wechselstrom,

II. Zusatz zu System ⌐35¬, die Form A10P3bY, Stromwandler für einphasigen Wechselstrom,

sämtlich hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in **Nürnberg.**

Berlin-Charlottenburg, den 30. Juli 1937.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt
Stark".

Beschreibung[6]):

Zu I.: Zu den durch die Bekanntmachung Nr. 344[7]) vom 11. 9. 1933 unter dem System ⌐25¬ zur Beglaubigung zugelassenen Stromwandlerformen treten die Formen A10P3Y und A10P3aY. Die Wandler dieser Formen können für die Frequenz 50 Hz, für die sekundäre Nennstromstärke von 5 A und für primäre Nennstromstärken und Nennbürden nach untenstehender Tafel beglaubigt werden. Die Stromwandler haben jeweils primär einen Meßbereich.

Formbezeichnung	thermischer Grenzstrom (I_N primärer Nennstrom)	Bürde Ω	primäre Nennströme A
A10P3Y	240 I_N	0,6	1 ··· 150
A10P3aY	120 I_N	1,2	1 ··· 300

Die Stromwandler sind entsprechend der Reihe 10 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ausgeführt. Die Prüfspannungen haben die in den Regeln für Wandler des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE 0414/1932) festgesetzten Werte. Die Spannung für die Wicklungsprobe der Primärwicklung gegen Sekundärwicklung und Eisen beträgt demgemäß 42 kV.

Zu II.: Zu der durch die Bekanntmachung Nr. 409[8]) vom 5. 5. 1936 unter dem System ⌐35¬ zugelassenen Stromwandlerform A20P1bY tritt die Form A10P3bY. Die Wandler dieser Form können für die Frequenz 50 Hz, für primäre Nennstromstärken von 1 bis 300 A, für die sekundäre Nennstromstärke von 5 A und für eine Nennbürde von 0,6 Ω beglaubigt werden. Die Stromwandler haben jeweils primär einen Meßbereich.

Die Wandler der Form A10P3bY tragen auf ihrem Leistungsschild das Klassenzeichen Kl. 0,2 gemäß den vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen Regeln für Wandler (VDE 0414/1932). Die Wandler müssen nach der Bekanntmachung Nr. 402[1]) vom 4. 3. 1936 bei der Beglaubigung auf die Einhaltung der Fehlergrenzen der Klasse 0,2 geprüft werden. Werden diese Fehlergrenzen nicht eingehalten, so ist die Beglaubigung zu versagen.

Die Stromwandler der Form A10P3bY sind entsprechend der Reihe 10 des Verbandes Deutscher Elektrotechniker ausgeführt. Die Prüfspannungen haben die in den Regeln für Wandler (VDE 0414/1932) festgesetzten Werte. Die Spannung für die Wicklungsprobe der Primärwicklung gegen Sekundärwicklung und Eisen beträgt demgemäß 42 kV.

Verkehrstechnik.

621. 335. 2. 033. 44 (436) **Dieselelektrische Schmalspurlokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen.** — Die von den Österreichischen Bundesbahnen beschafften dieselelektrischen Lokomotiven werden beschrieben. Zwei Bauformen wurden beschafft: Bauart Bo mit 12 t Dienstgewicht, 145 PS Dieselleistung, und Bauart 1'Bo1' mit 24 t Dienstgewicht, 210 PS Dieselleistung. Als System der elektrischen Kraftübertragung wurde das Gebussystem gewählt — Nebenschlußgenerator mit schwach gesättigtem Feld —, das bekanntlich eine selbsttätige Ausnutzung der vom Dieselmotor abgegebenen Leistung ergibt. Um hohe Anfahrströme zu erhalten, sind hier die Generatoren mit schwacher Verbundwicklung ausgeführt. Der Gebusgenerator ist so berechnet, daß die Spannung bei Leerlaufdrehzahl auf einen Kleinstwert herabsinkt. Da jedoch die aufkompoundierende Wicklung den Reststrom vergrößert, ist ein Schütz vorgesehen, das bei Einstellen der Leerlaufdrehzahl eingeschaltet wird und bei den kleinen Lokomotiven eine Umkehr der Stromrichtung in der Erregerwicklung, bei den großen Lokomotiven einen Kurzschluß der Erregerwicklung bewirkt. Der theoretisch vorhandene Nachteil des Gebusgenerators, daß sich das Feld beim Einschalten langsam aufbaut, ist durch richtige Bemessung der Verbundwicklung vermieden. Im Betrieb aufgenommene Anfahrkennlinien zeigen, daß die Lokomotive mit 10 zweiachsigen Wagen nach 35 s bereits eine Geschwindigkeit von 30 km/h erreicht. Im übrigen ist noch eine Einrichtung geschaffen um die Anfahrverhältnisse auf schwierigen Strecken zu verbessern, und zwar kann die zum Anlassen des Dieselmotors vorgesehene Anlaßwicklung auch in der Betriebsstellung von der Batterie gespeist werden, wodurch eine Verstärkung der Remanenz auftritt. Die Regelung der Geschwindigkeit erfolgt durch Drehzahländerung des Verbrennungsmotors, indem man die Füllung ändert. Die Generatoren der zunächst in Dienst gestellten einzelnen Lokomotiven haben eine Leistung von 86,5 kW; für die Nachlieferung wurde eine Erhöhung der Zugkräfte verlangt und demgemäß der Generator für 96 kW ausgeführt. Die Generatoren der großen Lokomotiven haben eine Leistung von 128 kW. Die geringe Spurweite von 760 mm und der geringe zulässige Achsdruck von 7 t bedingten besondere Maßnahmen für die Fahrmotoren, die teils mit Schneckengetriebe, teils mit doppeltem Vorgelege versehen wurden. [P. Neusser, Siemens-Z. 17 (1937) S. 488; 8 S., 14 Abb.] *Mx.*

Fernmeldetechnik.

621. 398 : 619. 84 **Die neue Feuermelde-Anlage Stuttgarts.** — Die neu ausgeführte Feuermelde-Anlage für das gesamte Stadtgebiet Stuttgart, einschließlich der eingemeindeten Vororte, überschreitet in wesentlichen Dingen das Übliche solcher Anlagen und bietet insbesondere durch die Mehrfachausnutzung der die Wachen verbindenden Übertrager-Ringleitungen sowie zahlreicher Feuermelderschleifen besonderes Interesse für Fachkreise. Die eigentliche Feuermelde-Anlage ist mit Sicherheitsschaltung aufgebaut und mit Ergänzung der Aufzeichnungseinrichtungen durch Lichttransparente sowie Wiedergabe durch Einschlagwecker erweiterungsfähig. Außer den eigentlichen Feuermelderschleifen sind an die einzelnen Feuerwachen noch folgende Einrichtungen angeschlossen:

1. Schleifenleitungen mit Wechselstrom-Alarmweckern mit Sicherheitsschaltung zum Alarmieren von Berufs-Feuerwehrmannschaften in ihren Behausungen,

---

[1]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 451 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[2]) ETZ 56 (1935) S. 485.
[3]) ETZ 56 (1935) S. 870.
[4]) ETZ 58 (1937) S. 962.
[5]) Reichsministerialblatt 1937, S. 507.
[6]) Auszug aus dem Sonderdruck über die Bekanntmachung Nr. 452 der PTR. Zu beziehen durch die Franckh'sche Verlagshandlung, Berlin.
[7]) ETZ 55 (1934) S. 192.
[8]) ETZ 57 (1936) S. 1184.

[1]) ETZ 57 (1936) S. 810.

Digitized by Google

2. desgleichen zum Alarmieren von Reservemannschaften,
3. elektrische Motorsirenen, die über die Feuermelderschleifen durch Frequenzrelais eingeschaltet werden können, zum Alarmieren der Löschzüge in den Vororten (durch tonfrequente Vielfachbenutzung),
4. Alarmanlagen mit eigenen Schleifenleitungen, die über die Feuermeldeleitungen der betreffenden Feuerwache überwacht und bedarfsweise von der Feuerwache eingeschaltet werden können, für die Löschzüge der Vororte (durch tonfrequente Vielfachbenutzung),
5. selbsttätige Fernregelung der städtischen öffentlichen Uhrenanlagen (durch tonfrequente Vielfachbenutzung),
6. vorgesehen ist außerdem die Ausnutzung des Leitungsnetzes für die Fernsteuerung einer öffentlichen Luftschutz-Warnsignalanlage (durch tonfrequente Vielfachbenutzung).

Ferner sind die vier Feuerwachen durch zwei Ringleitungen die je aus zwei Doppelleitungen bestehen, verbunden. Über diese Ringleitungen werden folgende Vorgänge ausgelöst:

a) Jede in einer Wache einlaufende Feuermeldung wird nach den übrigen drei Wachen und nach der Schloßzentrale (Polizei) selbsttätig übertragen und dort aufgezeichnet.
b) Jeder ausfahrende Löschzug kann den übrigen drei Wachen ein bleibendes Signal „Mit" oder „Ohne" geben, was bedeutet, daß der Löschzug „Mit" oder „Ohne" Wachvorstand ausgerückt ist.
c) Die Wachen können untereinander wechselseitig in fernmündlichen Verkehr treten.
d) Da die Wache IV z. Z. noch unbesetzt ist, werden die für diesen Löschbezirk erforderlichen Fernsteuerungen und Rückmeldungen über die Ringleitungen von der Wache III aus bewirkt.

Schließlich ist noch eine neuartige optisch-elektrische Ausfahrt-Überwachungseinrichtung vorhanden, durch die im Zusammenwirken mit dem Zeitstempel des Feuermelde-Eingangs die zwischen diesem Zeitpunkt und der Ausfahrt der Feuerwehrfahrzeuge verstrichene Alarmzeit genau festgestellt und aufgezeichnet wird.

Einzelheiten der sehr interessanten Anlage mögen dem Aufsatz selbst entnommen werden. [F. Wiebe, Siemens Z. 17 (1937) S. 432; 6 S., 7 Abb.] *Kdn.*

Theoretische Elektrotechnik.

621. 319. 4. 012. 7 **Über Zeitkonstanten von Hochspannungs-Kondensatoren.** — Die Kenntnis der Zeitkonstante von Hochspannungs-Kondensatoren ist in der Hochspannungstechnik allgemein von Interesse. Sie gibt z. B. Aufschluß über die Güte der Isolation und darüber, inwieweit ein aufgeladener Hochspannungs-Kondensator als Spannungsquelle dienen kann. Auch beim Bau von kapazitiven Spannungsteilern ist die Kenntnis der Zeitkonstante von Wichtigkeit. Im Schrifttum liegen bisher nur wenige Angaben über die Zeitkonstante von Hochspannungs-Kondensatoren vor. E. Horst bestimmt deshalb die Größe der Zeitkonstante von gebräuchlichen technischen Hochspannungs-Kondensatoren bei Spannungen bis 75 kV. Untersucht wurden Hochspannungs-Kondensatoren mit Dielektriken aus Papier, Minosglas und keramischen Sondermassen. Dabei zeigt sich, daß bei Spannungen bis 20 kV die Minosflaschen-Kondensatoren die höchsten Zeitkonstanten in der Größenordnung 10^4 bis 10^5 s haben und das beste Verhältnis von Zeitkonstante zur Kapazität besitzen. Bei höheren Spannungen bis 75 kV läßt sich mit Kondensatoren mit Papierdielektrikum die höchste Zeitkonstante in der Größenordnung 10^3 s erzielen. Auch bei hohen Spannungen haben die Minosflaschen-Kondensatoren das beste Verhältnis von Zeitkonstante zur Kapazität. [E. Horst, Arch. Elektrotechn. 31 (1937) H. 12, S. 827; 5 S., 12 Abb.]

Physik.

537. 564 **Das Anfangselektron beim Stoßdurchschlag.** — Die Frage nach der Herkunft des Anfangselektrons beim Stoßdurchschlag konnte bisher nicht befriedigend geklärt werden. Die natürliche Ionisation reicht zur Schaffung freier Anfangselektronen bei weitem nicht aus; wie eine einfache Überlegung zeigt, wird auch durch eine Fremdionisation üblicher Intensität während kurzdauernder Spannungsstöße nicht immer ein Elektron ausgelöst. Buss und Masch[1]) nahmen darum an, daß der Kathode oder den Gasteilchen anhaftende Elektronen (Klebeelektronen) im Zündfeld losgerissen werden und als Anfangselektronen dienen. Flegler und Raether[1]) sind dieser Ansicht für den Fall nicht genügender Photoionisierung beigetreten, während sie bei ausreichender Bestrahlung die dadurch ausgelösten Elektronen als Anfangselektronen ansehen.

Die Bedingungen für die Bildung eines Anfangselektrons sind jedoch, wie durch eingehende Untersuchungen gezeigt werden konnte, verwickelter, als diesen beiden Annahmen entspricht. Es wurde dabei eine ebene Funkenstrecke, Plattendurchmesser mehrere Zentimeter, Schlagweite 1 cm bei Atmosphärendruck mit Spannungsstößen in der Nähe der Durchschlagsspannung beansprucht. Die Stirnlänge der Spannungswelle betrug 1 µs, ihre Dämpfungszeitkonstante 20 µs, die Scheitelspannung wurde mit bestrahlter Kugelfunkenstrecke gemessen. Um nun die entstehenden Vorentladungen sichtbar zu machen, wurde auf die untere Plattenelektrode, die Anode, eine Ebonitplatte von 0,5 mm Stärke, gelegt. Die von der Kathode ausgehenden Anfangselektronen vermehren sich durch Stoßionisation im Entladungsraum; die sich bildende Elektronenlawine lagert auf der Ebonitplatte Ladung ab. Durch nachfolgendes Aufstreuen von Lykopodium werden die Ladungsansammlungen als Stellen des erfolgten Elektronendurchganges sichtbar gemacht: Es entsteht eine Staubfigur aus wenigen (etwa 10) kreisförmigen Spuren von rd. 1 mm Dmr.

Aus dem Auftreten vereinzelt liegender Spuren wird zunächst geschlossen, daß an einigen eng begrenzten Stellen der Kathodenoberfläche die Neigung besteht, während der Stoßbeanspruchung fortlaufend Elektronen auszusenden; die von einer solchen Ursprungsstelle während der Stoßdauer ausgehenden Elektronen lassen sich unter Berücksichtigung der Vermehrung durch Stoßionisation aus der Größe der Staubspur roh auf etwa 600 abschätzen. Die Staubfiguren erscheinen zuerst bei einer Feldstärke von 29 kV/cm. Bei wiederholter Beanspruchung einer unbestrahlten Funkenstrecke nimmt die Zahl der je Stoß erzeugten Spuren fortlaufend ab; schließlich sind auch bei Steigerung der Stoßspannung bis zum Durchschlag keine Spuren mehr zu gewinnen. Wird nun eine Elektrode, die infolge mehrfacher Beanspruchung keine Staubfiguren mehr erzeugt, für mehrere Stunden sich selbst überlassen und dann nach sorgfältiger Oberflächenreinigung wiederum Spannungsstößen ausgesetzt, so erscheinen sofort wieder Vorentladungsspuren in einer mit zunehmender Stoßzahl geringer werdenden Anzahl. Die Vorbehandlung der Kathode und ihre Oberflächenbeschaffenheit erweisen sich also von wesentlichem Einfluß. Namentlich die Luftfeuchtigkeit spielt eine wichtige Rolle; Elektroden, die 24 h lang besonders getrocknet wurden, erzeugen überhaupt keine Spuren. Eine ähnliche Abhängigkeit von Oberflächenbeschaffenheit und Vorbenutzung der Kathode zeigt die Durchschlagsspannung. Sie steigt mit der Zahl der Beanspruchungen an; bei einer frischen Kathode ist sie immer noch kleiner als bei einer bereits benutzten mit Bestrahlung; denselben Gang zeigt die Zündverzögerung.

Die bisher mitgeteilten Beobachtungen galten für Versuche im verdunkelten Raum. Werden sie an einer mit der Quecksilberdampflampe bestrahlten Funkenstrecke wiederholt, so ist besonders bemerkenswert, daß die Staubfiguren dieselben bleiben, jedoch nimmt nun ihre Zahl bei wiederholter Stoßbeanspruchung nicht mehr ab. Eine durch mehrfache Stoßbeanspruchung im verdunkelten Raum „hart" gewordene Kathode liefert sofort wieder Spuren, wenn sie bestrahlt wird. Da Versuche mit Wechselspannung an bestrahlten Elektroden gleichmäßig verteilte Spuren ergaben, also gleichmäßige Auslösung der Photoelektronen angenommen werden muß, die Spuren aber bei mehrfachem Stoß in derselben Weise erscheinen wie ohne jede Bestrahlung, so ist zu folgern, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen den Photoelektronen und den Anfangselektronen besteht. — Versieht man die Kathode mit einem dünnen Ölüberzug, so treten die Staubfiguren erst bei höheren Feldstärken auf, entsprechend der dann vergrößerten Verzögerungszeit; Bestrahlung führt jedoch auch jetzt wieder zu der früheren Spurenzahl beim Stoß. Wenn durch eine Hilfsentladung aus einer negativen Spitze negative Ladungsträger durch eine kleine Bohrung in der Kathode in den Entladungsraum gebracht werden, ändert sich der Charakter der beobachteten Vorentladung nicht.

Bezüglich des Mechanismus der Anfangselektronenlieferung führen alle Beobachtungen zu dem Schluß, daß es sich dabei um die Freimachung von Klebeelektronen handelt, die in der dünnen Wasserhaut auf der Kathodenoberfläche angelagert sind.

[1]) K. Buss u. K. Masch, Arch. Elektrotechn. 25 (1931) S. 744.

[1]) E. Flegler u. H. Raether, Z. Phys. 99 (1936) S. 635; 103 (1936) S. 815.

Digitized by Google

Durch mehrfache Beanspruchung wird dieser Wasserfilm allmählich zerstört und die vorhandenen Klebeelektronen werden aufgebraucht. Der Einfluß einer Fremdionisierung besteht dann darin, daß reichlich Ionen und Elektronen für die Neuanlagerung an der Kathode geliefert werden; darum bleibt bei Bestrahlung der Vorgang derselbe. Die Photoelektronen werden vorher oder auch während der Spannungsbeanspruchung in der Oberflächenschicht angesammelt und dann als Anfangselektronen ausgetrieben. Es besteht also grundsätzlich ein Unterschied zwischen den durch Bestrahlung erzeugten Photoelektronen und den zum Stoßdurchschlag führenden Anfangselektronen. Für diese Ansicht spricht auch, daß die Vorentladungsfiguren bei Bestrahlung weitgehend unabhängig von der Stoßdauer sind, jedoch bei statischer Beanspruchung nicht gewonnen werden können. Aus dem ganzen folgt schließlich eine größere Bedeutung der Kathodenoberfläche für den Zündvorgang, als bisher angenommen wurde, namentlich beim Stoßdurchschlag. [M. Suzuki, T. Nakamura und T. Mikami, Electrotechn. J., Tokio 1 (1937) S. 134; 8 S., 6 Abb.] *Wrf.*

621. 3. 015. 51 : 621. 315. 616. 95 **Der elektrische Durchschlag von Kolophonium in einem inhomogenen Felde.** — Die Durchschlagspannung von Kolophonium in einer Elektrodenanordnung „Zylinder–Platte" wird gemessen. Zylinder verschiedenen Durchmessers werden an Drähten über der Platte in einem Abstand von 40 bis 200 μ in einer besonderen Vorrichtung gehalten und der Zwischenraum mit Kolophonium ausgegossen. In ähnlicher Weise werden Versuche in einem elektrischen Feld „Kugel–Platte" ausgeführt. Bei Benutzung von Wechselspannung wächst mit abnehmendem Krümmungsradius der Elektroden die Durchschlagsfeldstärke an. Der Anstieg verlangsamt sich bei kleinen Krümmungsradien. Die Abhängigkeit der Durchschlagsfeldstärke vom Krümmungsradius wird durch die Anwesenheit von schwachen Stellen im Dielektrikum erklärt. Bei Benutzung von Gleichspannung liegen die Durchschlagspannungen „Zylinder–Platte" etwa 2½- bis 3mal höher als bei Wechselspannung. Der hohe Wert der Durchschlagspannung wird in diesem Falle durch die Spannungsabhängigkeit des Widerstandes von Kolophonium erklärt. Die Spannungsabhängigkeit folgt dem Gesetz

$$R = A\, e^{-cE},$$

wobei A und c Konstanten und E die Feldstärke bedeuten. Durch diese Spannungsabhängigkeit tritt offenbar eine starke Homogenisierung des Feldes ein. [S. Gutin und L. Sackheim, Techn. Phys. USSR 2 (1936) S. 641; 4 S., 3 Abb.] *Ptf.*

Allgemeiner Maschinenbau.

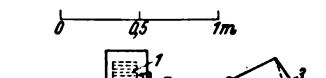
621. 313. 004. 5 **Staubsauger für Motorenreinigung.** — Die Säuberung der Antriebsmotoren muß je nach der Art des Betriebes mehr oder weniger häufig vorgenommen werden. Den Staub lediglich durch Absaugen zu entfernen, hat sich als wenig zweckmäßig erwiesen, weil dabei die vielen versteckt liegenden Schmutzablagerungsstellen nicht erfaßt werden können. Bei einem kürzlich auf dem Markt erschienenen „Industrie-Staubsauger für Motorenreinigung" wird der zu reinigende Motor vermittels eines Preßluftstrahles ausgeblasen und die Staubwolke von einem Sauger aufgenommen. Dieser besteht aus Luftgebläse, Filter und beweglichem Saugschlauch mit Auffangtrichter in einer fahrbaren Stahlblechkonstruktion, die gegebenenfalls auch noch mit einem Hochdruckgebläse zur Erzeugung des Ausblaseluftstromes ausgerüstet werden kann. *He.*

Werkstatt und Baustoffe.

621. 318. 44. 002. 2 **Wirtschaftliches Wickeln von Feindrahtspulen.** — Das Wickeln von Spulen ist schon lange bekannt und kommt häufig vor. Bisher ist aber fast nichts über die fertigungstechnische Seite der Spulen veröffentlicht worden, obwohl die hierbei auftretenden Fragen keineswegs sämtlich geklärt sind. Die vorliegende Arbeit hatte die Aufgabe, festzustellen, auf welche Weise schnell und verlustfrei austauschbare Spulen hoher Güte hergestellt werden können. Im ersten Teil wird der fertigungsgerechte Aufbau der Spule untersucht. Fertigungstechnisch am günstigsten sind runde Spulenkerne mit kleinem Durchmesser und großer Länge, sowie Seitenscheiben, die glatt und eben sind und senkrecht zur Wickelachse stehen. Ferner wird angegeben, welche Drahtdurchmesser und auf welche Art die Wicklungsenden zu verstärken sind. Die Güte der Ausführung hängt von dem Zweck und der Beanspruchung der Spule ab. Im zweiten Abschnitt werden die fertigungstechnische Berechnung der Spule, insbesondere die Berechnung der Fülligkeit und des Widerstandes durchgeführt und entsprechende Formeln entwickelt. Sehr ausführlich wird der Einfluß der Fertigungstoleranzen (Toleranz des spezifischen Drahtwiderstandes, des Drahtdurchmessers, des Drahtaußendurchmessers, Toleranz durch Drahtreckung und schwankenden Drahtvorschub) behandelt. Auch Raumtemperatur, Erwärmung beim Wickeln, mehrere Wicklungen übereinander, verschiedene Ausführung der Wicklung und Meßgenauigkeit werden berücksichtigt. Durch die gefolgerten Richtlinien lassen sich Wicklungswerte vorschreiben, die die Werkstatt leicht einhalten kann. Im 2. Teil wird die Leistungsfähigkeit der Wickelmaschine und ihre Baugruppen (Antrieb, Abschaltung, Vorschub, Umschaltung, Drahtführer und insbesondere die Drahtbremse) untersucht. Durch die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich überholte Konstruktionen erkennen und noch bestehende konstruktive Mängel bei der Fertigung berücksichtigen. Der 3. Teil der Arbeit enthält Angaben über die richtige Arbeitsführung; Refa-Zeitgliederung für Wickeln, Einübungszeit von Wicklerinnen und ihre Auswirkung auf die Stückzeit, sowie die Griffolge zur Ausnutzung der Maschinenzeit werden untersucht. Schließlich werden Richtlinien für die Drehzahlen beim Handwickeln und für die Anwendung der verschiedenen Arbeitsverfahren (abhängig von Stückzahl der Spulen und Windungen der einzelnen Wicklungen) gegeben. — Durch die Arbeit sind die Grundlagen geschaffen worden, um Schwierigkeiten in der Fertigung beseitigen und Spulen besser und billiger herstellen zu können. [Alfred Schmidt, Dissertation T. H. Berlin 1937]. *Sb.*

Verschiedenes.

621. 34 : 632. 949 **Vorrichtung zum Vernichten von Insekten.** — Das Schweizer Elektrizitätswerk in Altdorf baute die in Abb. 2 gezeigte Vorrichtung, die sich zur Insektenbekämpfung bewährt hat. Der Lüfter *1* ist als Hauptbestandteil



1 Schaufellüfter
2 drehbares Gestell
3 200 W-Lampe
4 Trichter mit Glanzblech ausgekleidet

Abb. 2. Insektenvertilger.

drehbar auf dem Gestell *2* angebracht. Durch eine 200 W-Lampe *3* angelockt, gelangen die Insekten durch den Trichter *4* mit dem Luftstrom in den Lüfter, wo sie vernichtet werden. Versuche ergaben, daß während der Flugzeit in einer Minute durchschnittlich 500 Maikäfer vertilgt wurden. [Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 489; ½ S., 1 Abb.] *He.*

529. 7 (079) **Wettbewerb für eine wissenschaftliche Arbeit aus der Zeitmeßkunde und der Uhrentechnik.** — Die Gesellschaft für Zeitmeßkunde und Uhrentechnik E. V., Berlin, schreibt einen sich jährlich wiederholenden Wettbewerb für wissenschaftliche Arbeiten aus. Ein festes Thema wird nicht vorgeschlagen. Jeder Bewerber kann sich das Thema, das er bearbeiten will, selbst wählen. Es werden aber besondere Themen angeregt. Auskunft erteilt Oberregierungsrat Dr. A. Repsold, Hamburg 3, Deutsche Seewarte.

AUS LETZTER ZEIT.

Neuer Rundfunksender in Argentinien. — Das bereits gut entwickelte argentinische Sendernetz ist im September durch einen von Telefunken gebauten 30 kW-Mittelwellensender in La Plata vervollständigt worden. Der neue Sender hat 5 Stufen und bei voller Aussteuerung eine modulierte Leistung von rd. 45 kW. Seine Frequenz (1310 kHz) wird durch Quarzsteuerung konstant gehalten. Plattenspieler, Tonfolienschneider und ein Reportagegerät wurden als Zubehör geliefert. Als Antenne dient ein selbstschwingender Eisengittermast von 115 m Höhe, der im Ortsteil Olmos von La Plata, 14 km außerhalb der eigentlichen Stadt, aufgestellt ist.

Digitized by Google

AUS ERZEUGUNG UND VERBRAUCH.

Die Elektrizitätserzeugung in Italien und der Aufbau der wichtigsten Erzeugungs-Konzerne.

Von **Johannes von Rautenkrantz** VDE, Mailand.

(Schluß von S. 1327.)

621. 311. 1 (45)

„Terni" Società per l'Industriae l'Elettricità Anonima, mit dem Sitz in Rom, seinen ausgedehnten Werken jedoch in Terni, gehört zu den größten italienischen Unternehmungen der Schwer- und elektrochemischen Industrie. Die Werke wurden 1884 als Waffenfabrik gegründet; da in der Nähe ausgiebige Wasserkräfte der Flüsse Nero und Velino zur Verfügung standen, wurden den Werken der Stahl- und Eisenbearbeitung, elektrochemische Fabriken für Kalziumkarbid, Luftstickstoff und

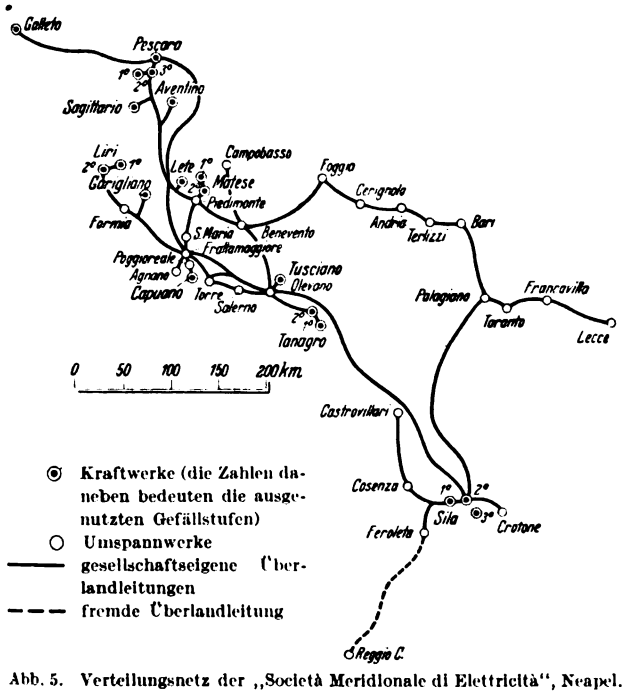


Abb. 5. Verteilungsnetz der „Società Meridionale di Elettricità", Neapel.

sonstige Stickstofferzeugnisse angegliedert. In sechs Zentralen sind insgesamt Stromerzeuger von 265 500 kW erstellt. In Jahren mit normalen Niederschlägen kann man über eine Milliarde kWh erzeugen. Es werden 780 Mill kWh gleichmäßig das ganze Jahr hindurch geliefert, 220 Mill kWh kommen in den regenreichen Monaten Oktober bis Juni hinzu. Der hohe Hundertsatz gleicher Stromabgabe im Laufe des Jahres ist ein großer Vorteil für die Industrie in Terni. Die Kraftwerke, besonders die Zentrale Papigno (61 000 kW), liefern auch Strom an die Società Romana di Elettricità für die Versorgung Roms über eine 70 kV-Leitung.

95 % der in Süditalien erzeugten el. Arbeit fallen auf die Gruppe der „Società Meridionale di Elettricità" mit dem Sitz in Neapel. In den Jahren 1922 bis 1932 hat die Gesellschaft ihr Verteilungnetz nach einem wohlüberlegten Plane ausgebaut, 13 eigene und 5 fremde Zentralen angeschlossen und 4 Hauptverteilungsunterstationen Piedimonte, Benevento, Olevano und Frattamaggiore geschaffen. Abb. 5 zeigt das Verteilungsnetz, das mit 2180 km Freileitungen ein Gebiet von 71 000 qkm umspannt. Die 13 eigenen Zentralen sind für eine Leistung von 322 350 kVA ausgebaut; die 5 fremden Werke sind in ihrem Ausbau mit 82 825 kVA der S. M. E. verpflichtet. Das Netz speist 22 Haupt-Unterstationen, in denen Transformatoren von zusammen 462 000 kVA aufgestellt sind. Das wichtigste Umspannwerk ist Frattamaggiore mit 106 000 kVA. Die obengenannten 4 Umspannwerke bilden die Scheitelpunkte eines Vierecks, die untereinander durch 60 kV-Leitungen verbunden sind und an denen die von den Zentralen kommenden Speiseleitungen zusammenlaufen. In Olevano münden z. B. die Leitungen von Tusciano, die von Tanagro und die 150 kV-Leitung der Sila-Werke. Die Spannungsregelung erfolgt durch regelbare Kondensatoren von zus. 60 000 kVA in Frattamaggiore und Olevano. Die hauptsächlichsten Werte der Gruppe sind:

53 Wasserkraftwerke, install. Leistung	kW	350 000
14 Wärmekraftwerke, „ „	„	55 000
von anderen Gesellsch. gekaufte Leistung	„	70 000
Staubecken (165 Mill m³)	kWh	325 Mill
Hochspannungsleitungen 60 ··· 150 kV	km	3 700
Mittelspannungsleitungen	„	7 200
Haupt-Umpannwerke, inst. Leistung	kVA	500 000
Verbraucher	„	728 147

Die „Soc. Unione Esercizi Elettrici", mit dem Sitz in Mailand, umfaßt verschiedene Gesellschaften,

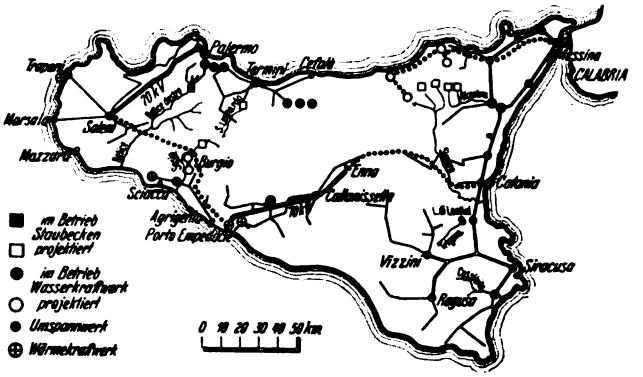


Abb. 6. Verteilungsnetz der Soc. Generale della Sicilia, Palermo, auf der Insel Sizilien.

wie die Soc. Idroelettrica dell'Ossola, Soc. Verbanese di Elettricità, Soc. Elettrica dell'Alto Savio, Soc. Esercizi Elettrici Lazio Sabina, wozu noch eine Anzahl kleinerer Gesellschaften kommen. Der größte Teil des Arbeitsgebietes liegt in den Zonen: Marche, Umbrien, Abbruzzen und Molise, die Wasserkraftanlagen nützen die Flüsse Metauro, Aso, Tronto und Chienti aus. Die hauptsächlichsten Werte sind:

Wasserkraftwerke, install. Leistung	kW	76 000
Wärmekraftwerke, „ „	„	4 000
Umspannwerke	kVA	572 000
Hochspannungsleitungen 10 ··· 65 kV	km	9 380
Stromerzeug. der Wasserkraftwerke	kWh	300 Mill
zugekaufte elektr. Arbeit	„	180 „
ins Netz gesandte elektr. Arbeit	„	350 „
versorgte Einwohnerzahl		3 600 000
Verbraucher		350 000

In Sizilien herrscht die „Soc. Generale della Sicilia" mit dem Sitz in Palermo als fast alleinige Stromerzeugungs- und Verteilungsgesellschaft, deren Kapital 27,5 Mill RM beträgt[11]). Wie Abb. 6 zeigt, zerfallen die elektrisierten Teile Siziliens in drei Hauptzonen: Ost- und Westküste, dann in die Zone, welche die Provinzen Agrigento, Caltanisetta und Enna umfaßt. Diese hat eine verhältnismäßig große Bevölkerungsdichte und eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung wegen der dort vorhan-

[11]) ETZ 53 (1932) S. 1019.

Digitized by Google

denen Schwefelgruben. Aus Abb. 6 ist ersichtlich, daß geplant ist, die drei Zentren untereinander zu verbinden. Eine im Hafen von Empedocle errichtete Wärmekraftanlage (10 000 kW) soll als Spitzenwerk dienen. Bemerkenswert ist das unter Ausnutzung des Flusses Belice gebaute Wasserkraftwerk mit einem Staubecken von 21 Mill m³ Fassungsvermögen, welches hauptsächlich die Provinz Palermo mit Strom versorgt.

Von den Wasserkraftwerken der Gesellschaft wurden im Jahre 1933 zusammen 146 Mill kWh und von den Wärmekraftzentralen nur 94 000 kWh geliefert.

Vor Jahren glaubte man, daß die in Sizilien erzeugte Arbeit den Bedarf der Insel nicht decken könnte. Man plante deshalb, Strom vom Festlande, und zwar von den Silawerken in Calabrien aus, nach Sizilien zu leiten und erörterte auch lebhaft zwei Projekte für die Überquerung der Straße von Messina mittels einer von zwei Ufertürmen getragenen Hochspannungsleitung oder durch ein Hochspannungskabel. Wirtschaftliche Gründe sprachen indessen für die Errichtung des Wärmekraftwerkes Empedocle. Die geringe Stromlieferung des letzteren zeigt aber, daß der Bedarf des Landes für die nächste Zeit gedeckt ist.

Die Stromversorgung Sardiniens erfolgt durch die „Società Elettrica Sarda", deren 3 Kraftwerke, zwei des Flusses Tirso und Coghinas, zusammen 54 000 kVA zu leisten vermögen. Die Wärmekraftzentrale in der Stadt Cagliari ist mit 20 000 kVA ausgerüstet. Die auf der Insel verteilten Umspannstationen können insgesamt 40 000 kVA transformieren. Die 70 kV-Hauptverteilungsleitung (Doppelleitung) ist rd. 300 km lang.

Città del Vaticano. Die Vatikanstadt hat zwar ihre politische Selbständigkeit, muß aber bei wirtschaftlichen Betrachtungen über Italien mit einbezogen werden. Schon im Jahre 1897 errichtete der Vatikan die erste elektrische Zentrale unter Ausnutzung der römischen Wasserleitung Acqua Paola[12]). Im Jahre 1933 wurde ein neuzeitliches Dampfturbinen-Kraftwerk von 600 kW errichtet. Der übrige Strombedarf wird durch Fremdstrom gedeckt.

In den italienischen Kolonien, von denen besonders Tripolitanien zu nennen ist, sind Wärmekraftwerke tätig. Die Zentrale in Tripolis, die von der Gesellschaft Soc. Elettrica Coloniale betrieben wird, hat eine Leistung von 7000 kW.

Zusammenfassung.

Die in Italien erzeugte Elektrizität bewegt sich in der Größenordnung von 12 Mrd kWh, sie erfährt jährlich eine Erhöhung von rd. 10 %. Die Elektrizitätswirtschaft wird von gut fundierten Gesellschaften betrieben, die zu großen Konzernen zusammengeschlossen sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der Staat mit der weiter fortschreitenden Bahnelektrisierung einen nicht unbeträchtlichen Einfluß auf die Gesellschaften nehmen wird. Gerade die Anwendung der Sanktionen zeigte, wie wichtig für das Land eine nach einheitlichen Gesichtspunkten geleitete Elektrizitätserzeugung ist, da in einer Zeit der Kohlennot die dem Spitzenbedarf dienenden Wärmekraftwerke ausfallen müssen.

[12]) Rautenkrantz, Die elektrischen Anlagen der Vatikanstadt. ETZ 55 (1934) S. 665.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke[1]).

621. 311. 1. 003

[Bemerkungen zur Zahlentafel auf S. 1377.]

Zu 1. Elektrowerke. Infolge der starken Zunahme der Stromlieferungen wurden die eigenen Krafterzeugungsanlagen voll ausgenutzt. Da eine Fortsetzung der Absatzsteigerung in Aussicht steht, war es erforderlich, durch ein umfassendes Bauprogramm Vorsorge zu treffen. Zur Deckung des Strombedarfs wurden zum ersten Male Strom von nahestehenden Kohlenbergwerken bezogen und Verträge nach Braunschweig und Schlesien abgeschlossen. Erzeugt und bezogen wurden 3250 Mill kWh (i. V. 2819 Mill kWh), was einer Steigerung von 15% entspricht. Zahl der Gefolgschaftsmitglieder 5545 (5451). Mit der Berliner Kraft und Licht (Bewag) AG. wurde vereinbart, daß diese bis 1956 ⅓ ihres Gesamtstrombedarfes bezieht.

Zu 2. Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft. Die nutzbare Stromabgabe betrug 391,168 (325,402) Mill kWh, Steigerung von 14%.

Zu 3. Elektrizitätswerk Südwest AG., Berlin-Schöneberg. Erzeugt und bezogen wurden 96,346 Mill kWh, nutzbar abgegeben 81,894 (77,555) Mill kWh, Steigerung 5,6%. Eigenerzeugung 45,746, Bezug der Berliner Kraft und Licht (Bewag) AG. 50,6 Mill kWh. Die Gefolgschaft zählt 709 Köpfe.

Zu 4. Elektrizitätswerk Unterelbe AG. Das Unternehmen blickte am 1. 4. 37 auf sein 25jähriges Bestehen zurück, es wurde s. Z. gemeinsam von der Stadt Altona und der AEG begründet. Im letzten Geschäftsjahr hatten die Anschlüsse von 143 933 (126 308) kW eine Steigerung von 14% erfahren, die nutzbare Stromabgabe betrug 100,212 (78,850) Mill kWh oder 27,1% Zugang gegenüber dem Vorjahre.

Zu 5. Schlesische Elektrizitäts- und Gas-Actien-Gesellschaft. An Strom wurden nutzbar abgegeben 441,535 (388,33) Mill kWh; der Zuwachs beträgt 13,7%.

Zu 6. Neckarwerke AG. Das Geschäftsjahr zeigt in den Stromabsatzziffern einen kleinen Rückgang, der durch den Wegfall einiger mit benachbarten Städten vereinigten Gemeinden bedingt ist; ferner haben Industrieanlagen und Wiederverkäufer infolge des wasserreichen Jahres in geringerem Umfange Zusatzenergie bezogen. Nutzbar abgegeben wurden 137,852 (143,896) Mill kWh oder — 4,2% gegen das Vorjahr.

Zu 7. Thüringer Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Gotha. Die nutzbare Stromabgabe erhöhte sich auf 87,760 (79,463) Mill kWh, also um 10,4%. Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder ist auf 802 (745) gestiegen.

Zu 8. Hannover-Braunschweigische Stromversorgungs-AG., Hannover. Die nutzbare Stromabgabe belief sich auf 108,352 (96,013) Mill kWh, Steigerung 12,85%. RM 1 680 000 eigene Aktien, welche bei der Preußen Elektra ruhen, nehmen an der Dividende von 6% nicht teil.

Zu 9. Ostpreußenwerk AG. Erzeugt und bezogen wurden 148,164 (130,809) Mill kWh, nutzbar abgegeben 128,781 (114,330) Mill kWh oder 12,6% mehr als im Vorjahre; die Steigerung liegt besonders bei den landwirtschaftlichen Abnehmern und der Mittel- und Kleinindustrie bedeutend über dem Durchschnitt, während bei den Großabnehmern die Steigerung nur gering ist.

Zu 10. Kraftübertragungswerke Rheinfelden. Der Gesamtstromabsatz erhöhte sich gegenüber dem Vorjahre um 11,4% und hat damit die Ziffer des bisher besten Jahres (1928) überschritten.

Zu 11. Elektrizitätswerk Schlesien AG., Breslau. Die nutzbare Stromabgabe belief sich auf 299,385 (253,985) Mill kWh, Steigerung 17,9%.

Zu 12. Märkisches Elektrizitäts-Werk AG., Berlin. Die nutzbare Stromabgabe betrug 1018,716 (990,580) Mill kWh, Steigerung 19,7%. Für die Deckung des Strombedarfs stehen dem MEW 35 eigene Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 382 841 kW sowie Fremdstromquellen, die mit 22 190 kW zur Zeit der Höchstbelastung in Anspruch genommen wurden, zur Verfügung. Für das im Jahre 1934 aufgestellte und 1935 und 1936 erweiterte große Bauprogramm, welches planmäßig beendet ist, wurden rd. 76 500 000 RM verwendet; darüber hinaus wurden noch Lieferungsaufträge von rd. 10 500 000 RM erteilt. Die Gefolgschaftsziffer erhöhte sich um 153 auf 6098 Köpfe.

Zu 13. Kommunales Elektrizitätswerk Mark AG., Hagen. Die Gesamterzeugung betrug 330,247 (287,473) Mill kWh, die Steigerung 14,8%. An dieser Erzeugung sind die eigenen Werke mit 96¼% beteiligt. Ziffern für die nutzbare Abgabe des Stromes werden im Bericht nicht angegeben. Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder wird auf 928 (941) Köpfe beziffert. Die in der Bilanz

[1] Vgl. ETZ 58 (1937) H. 27, S. 752.

Digitized by Google

Vermögensaufstellung und Ertragsrechnung.

Die Zahlen des letzten Geschäftsjahres sind in stärkeren, stehenden Ziffern, die der früheren Jahre in schwächeren, schrägen Ziffern gedruckt. Die Werte sind in 1000 RM angegeben.

Lfd. Nr.	Namen Wohnsitz	Letzte Veröffentlichung i. d. ETZ	Letztes Betriebsjahr	Aktiva			Vermögensaufstellung	Passiva					Ausgaben					Ertragsrechnung	Erträgnisse		Verteilte Dividende
				Anlagevermögen	Beteiligungen	Umlaufvermögen	Summe	Aktien- oder Grundkapital	Reserven u. Rücklagen	Wertberichtigungen	Verbindlichkeiten	Reingewinn	Betriebs- und Geschäftsunkosten	Abschreibungen u. Rücklagen	Zinsen	Steuern und soziale Abgaben	Reingewinn	Summe	aus Betrieb	sonstige	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Elektrowerke AG., Berlin	1936 S.1362 Nr.1	1. 1.—31. 12. 36	**218 901** *214 648*	**60 200** *68 700*	**33 058** *44 029*	**312 159** *327 377*	**110 000** *110 000*	**38 500** *34 025*	**111 630** *104 765*	**44 515** *71 615*	**7 514** *6 972*	**26 113** *23 168*	**28 686** *16 596*	**896** *741*	**4 089** *3 468*	**7 514** *6 972*	**67 298** *50 945*	**48 804** *49 237*	**18 494** *1 708*	**6½ %** *6%*
2	Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Berlin	—	1. 1.—31. 12. 36	**14 720** *14 021*	**31 751** *29 995*	**19 281** *22 343*	**65 752** *66 359*	**26 040** *26 040*	**9 647** *9 139*	**21 218** *19 493*	**6 878** *9 738*	**1 969** *1 949*	**6 397** *5 240*	**2 309** *3 188*	**0** *105*	**1 005** *914*	**1 969** *1 949*	**11 680** *11 396*	**10 034** *8 437*	**1 646** *2 959*	**6%** *6%*
3	Elektricitätswerk Südwest AG., Berlin-Schöneberg	1936 S.1362 Nr.4	1. 1.—31. 12. 36	**97 770** *98 892*	**—** *—*	**5 969** *3 508*	**103 739** *102 400*	**50 000** *50 000*	**4 421** *4 227*	**17 185** *15 719*	**29 124** *29 450*	**3 009** *3 004*	**3 833** *3 658*	**3 094** *3 056*	**1 366** *1 413*	**2 351** *2 059*	**3 009** *3 004*	**13 653** *13 190*	**13 382** *12 953*	**271** *237*	**5½ %** *5½ %*
4	Elektricitätswerk Unterelbe AG., Hamburg-Altona	1936 S.1362 Nr.6	1. 1.—31. 12. 36	**65 729** *64 935*	**51** *50*	**7 280** *6 016*	**73 060** *71 001*	**22 500** *22 500*	**1 758** *1 504*	**28 397** *26 067*	**18 557** *19 081*	**1 848** *1 849*	**6 226** *5 241*	**2 248** *1 941*	**489** *524*	**769** *670*	**1 848** *1 849*	**11 580** *10 225*	**9 818** *9 634*	**1 762** *591*	**7%** *7%*
5	Schlesische Elektricitäts- u. Gas-Act.-Ges., Breslau	1937 S. 23 Nr.24	1. 1.—31. 12. 36	**40 783** *38 610*	**25 326** *26 461*	**10 320** *10 299*	**76 439** *75 370*	**32 000** *32 000*	**8 086** *8 377*	**32 394** *31 271*	**1 378** *1 155*	**2 581** *2 567*	**3 934** *5 039*	**2 200** *50*	**0** *0*	**1 635** *1 725*	**2 581** *2 567*	**10 350** *9 300*	**8 616** *8 021*	**1 734** *1 300*	**7%** *7%*
6	Neckarwerke AG., Eßlingen a. Neckar	1936 S.1362 Nr.12	1. 1.—31. 12. 36	**43 717** *42 920*	**2 207** *2 204*	**11 048** *10 260*	**56 972** *55 384*	**30 000** *30 000*	**3 820** *3 402*	**12 191** *10 979*	**9 404** *9 434*	**1 557** *1 569*	**3 965** *4 031*	**1 679** *1 467*	**467** *518*	**1 369** *1 000*	**1 557** *1 569*	**9 037** *8 585*	**8 565** *8 176*	**472** *409*	**5½ %** *5½ %*
7	Thüringer Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft AG., Gotha	—	1. 1.—31. 12. 36	**42 379** *41 193*	**48** *49*	**4 738** *4 171*	**47 165** *45 413*	**17 600** *17 600*	**1 941** *1 761*	**19 087** *17 650*	**7 372** *7 358*	**1 165** *1 037*	**6 569** *6 290*	**1 909** *1 836*	**262** *263*	**1 186** *1 067*	**1 165** *1 037*	**11 091** *10 493*	**10 109** *9 608*	**982** *1 285*	**5%** *5%*
8	Hannover-Braunschwg. Stromversorgungs-AG., Hannover	1937 S. 23 Nr.38	1. 1.—31. 12. 36	**28 640** *27 951*	**5 006** *5 096*	**11 845** *10 947*	**45 491** *43 994*	**16 000** *16 000*	**8 009** *4 832*	**6 932** *5 859*	**13 599** *16 460*	**951** *843*	**4 189** *4 119*	**2 210** *1 890*	**360** *381*	**544** *513*	**951** *843*	**8 254** *7 750*	**8 064** *6 775*	**190** *975*	**6%** *6%*
9	Ostpreußenwerk AG., Königsberg i. Pr.	1936 S.1362 Nr.18	1. 1.—31. 12. 36	**61 904** *59 727*	**41** *41*	**13 843** *12 153*	**75 788** *71 921*	**26 000** *26 000*	**3 657** *4 227*	**25 655** *21 527*	**19 026** *18 850*	**1 450** *1 317*	**4 609** *4 505*	**3 215** *3 244*	**920** *744*	**1 408** *886*	**1 450** *1 317*	**11 602** *10 696*	**10 767** *9 467*	**835** *1 229*	**4½ %** *4%*
10	Kraftübertragungswerke Rheinfelden	1937 S. 23 Nr.33	1. 1.—31. 12. 36	**28 724** *28 416*	**4 218** *4 218*	**9 702** *9 282*	**42 644** *41 916*	**14 000** *14 001*	**3 191** *2 618*	**11 007** *10 321*	**13 447** *13 980*	**999** *997*	**2 376** *2 574*	**1 074** *1 072*	**501** *587*	**1 404** *950*	**999** *997*	**6 354** *6 180*	**5 931** *5 464*	**423** *716*	**6%** *6%*
11	Elektrizitätswerk Schlesien AG., Breslau	1936 S.1362 Nr.8	1. 1.—31. 12. 36	**81 337** *80 583*	**0** *0*	**4 038** *3 479*	**85 375** *84 062*	**30 300** *30 300*	**5 800** *5 397*	**18 212** *16 076*	**29 014** *30 254*	**2 049** *2 034*	**7 040** *6 720*	**3 472** *2 920*	**1 261** *1 343*	**2 461** *2 121*	**2 049** *2 034*	**16 283** *15 188*	**14 836** *14 374*	**1 447** *814*	**6%** *6%*
12	MEW. Märkisches Elektricitäts-Werk AG., Berlin	1936 S.1362 Nr.2	1. 1.—31. 12. 36	**324 353** *291 943*	**11 049** *10 880*	**86 042** *95 299*	**421 444** *398 122*	**80 000** *80 000*	**66 885** *61 360*	**218 071** *197 661*	**47 094** *50 587*	**9 394** *8 514*	**21 922** *18 629*	**27 015** *16 944*	**0** *0*	**10 126** *8 234*	**9 394** *8 514*	**68 457** *52 321*	**64 532** *48 353*	**3 925** *3 968*	**10%** *10%*
13	Kommunales Elektrizitätswerk Mark, Hagen	1936 S.1362 Nr.13	1. 1.—31. 12. 36	**63 712** *62 506*	**119** *119*	**6 105** *6 107*	**69 936** *68 732*	**12 000** *12 000*	**2 537** *1 868*	**43 266** *40 771*	**11 163** *13 375*	**970** *718*	**4 990** *4 693*	**3 277** *2 753*	**460** *891*	**2 007** *1 447*	**970** *718*	**11 704** *10 502*	**10 831** *10 139*	**873** *363*	**7%** *6%*
14	Vereinigte Saar-Elektrizitäts-AG., Saarbrücken	1937 S. 23 Nr. 50	1. 1.—31. 12. 36	**9 236** *8 891*	**8** *8*	**2 133** *1 457*	**11 377** *10 356*	**4 000** *4 000*	**983** *1 005*	**3 543** *3 145*	**2 623** *1 958*	**228** *248*	**1 602** *1 504*	**526** *607*	**64** *76*	**204** *153*	**228** *248*	**2 624** *2 588*	**2 428** *2 387*	**196** *201*	**6%** *6%*
15	AG. Thüringische Werke, Weimar	—	1. 1.—31. 12. 36	**239**	**16 950**	**51**	**17 240**	**10 000**	**1 373**	**0**	**5 850**	**17**	**18**	**443**	**176**	**3**	**17**	**657**	**324**	**333**	**0%**
16	Thüring. Landeselektrizitäts-Versorgungs-AG. (Thüringenwerk), Weimar	1936 S.1362 Nr.22	1. 1.—31. 12. 36	**15 984** *15 928*	**3 580** *3 580*	**3 014** *2 589*	**22 578** *22 096*	**15 000** *15 000*	**545** *470*	**3 774** *3 055*	**2 614** *2 927*	**645** *644*	**655** *602*	**804** *640*	**50** *62*	**317** *279*	**645** *644*	**2 471** *2 227*	**2 245** *2 185*	**226** *42*	**4%** *4%*
17	Elektrizitäts-Versorgung Württemberg AG., Stuttgart	—	1. 1.—31. 12. 36	**18 782**	**625**	**1 509**	**20 916**	**10 500**	**526**	**7 047**	**2 138**	**705**	**593**	**1 038**	**62**	**434**	**705**	**2 823**	**2 615**	**217**	**5%**
18	Bayernwerk AG., München	1936 S.1362 Nr.20	1.10.35—30.9.36	**76 948** *76 493*	**15 777** *14 277*	**17 836** *19 396*	**110 561** *110 166*	**18 000** *18 000*	**3 343** *6 591*	**22 454** *16 046*	**66 337** *69 495*	**427** *34*	**13 764** *13 052*	**3 832** *3 387*	**2 548** *2 741*	**469** *228*	**393** *—*	**21 006** *19 408*	**19 629** *18 183*	**1 377** *1 225*	**0%** *0%*
19	Mittlere Isar AG., München	1937 S. 23 Nr. 57	1.10.35—30.9.36	**91 020** *91 169*	**0** *0*	**2 345** *1 356*	**93 365** *92 525*	**27 000** *27 000*	**2 675** *2 423*	**14 258** *12 538*	**48 813** *50 535*	**619** *29*	**101** *113*	**2 023** *1 894*	**716** *763*	**300** *42*	**590** *42*	**3 740** *2 812*	**3 461** *2 491*	**269** *321*	**0%** *0%*
20	Walchenseewerk AG., München	1937 S. 23 Nr. 58	1.10.35—30.9.36	**23 873** *23 951*	**0** *0*	**3 572** *2 899*	**27 445** *26 850*	**5 000** *5 000*	**1 344** *1 298*	**8 009** *7 208*	**12 957** *13 318*	**135** *26*	**31** *30*	**900** *813*	**116** *146*	**65** *17*	**109** *0*	**1 221** *1 006*	**1 122** *891*	**99** *115*	**0%** *0%*
21	Bayerische Elektricitäts-Werke, München	—	1. 1.—31. 12. 36	**7 751**	**0**	**3 170**	**10 921**	**4 000**	**706**	**5 797**	**99**	**319**	**657**	**504**	**0**	**481**	**319**	**1 961**	**1 726**	**235**	**4%**

Digitized by Google

zum Nennwerte eingesetzten eigenen Aktien von 230 000 RM sind im Umlaufvermögen als Aktivum enthalten; diese Aktien nehmen an der Ausschüttung der Dividende nicht teil.

Zu 14. Vereinigte Saar. Elektrizitäts-AG., Saarbrücken. Die nutzbare Stromabgabe 69,037 (66,367) Mill kWh erfuhr eine Steigerung von 4,02%. Die Gefolgschaft zählte 246 Köpfe. In der Bilanz sind 622 232 RM noch nicht eingezahltes Aktienkapital als Aktivum unter Umlaufvermögen eingesetzt.

Zu 15. AG. Thüringische Werke, Weimar. Die AG. war im Jahre 1926 mit dem Hauptzweck gegründet worden, die energiewirtschaftlichen Interessen und Beteiligungen des Landes Thüringen zusammenzufassen und eine finanzielle Grundlage für die Weiterentwicklung der Energieversorgung unter staatlicher Führung zu schaffen. Diese Aufgaben sind jetzt von der AG., deren Aktienkapital in den Händen des Landes Thüringen sich befindet, erfüllt, und der Staat hat die Auflösung der AG. verfügt, derart, daß das Vermögen und die Verbindlichkeiten mit dem 31. März 1937 dem Lande Thüringen zufallen, während außer den Beteiligungen auch die Verwaltung der bisher in Verwaltungsgemeinschaft mit der AG. Thüringische Werke stehenden Unternehmen an das Thüringenwerk (Thürg. Landes El. Vers. AG.) Weimar übergeht. — Bezüglich der Stromerzeugung sowie des Stromabsatzes werden in diesem letzten Bericht der AG. keine Zahlen angegeben, sondern nur bemerkt, daß dieselben erheblich größer als im Vorjahre gewesen sind.

Zu 16. Thüringische Landeselektrizitäts-Versorgungs-AG., Thüringenwerk, Weimar. Erzeugt und bezogen wurden insgesamt 205,312 Mill kWh, nutzbar abgegeben 197,798 (173,045) Mill kWh, Steigerung 14,3%. Die mit dem Thüringenwerk in Verwaltungsgemeinschaft stehende AG. Thüringische Werke (vgl. diese unter Nr. 15) ist unter Ausschluß der Liquidation aufgelöst worden. Ihre Aufgaben gehen größtenteils auf das Thüringenwerk über. Im Zusammenhang hiermit wurde das Aktienkapital desselben durch Beschluß der a. o. Gen.-Vers. vom 25. 3. 37 um 7,2 Mill RM erhöht. Die neuen Aktien sind im Verhältnis der bisherigen Beteiligung von den Großaktionären des Thüringenwerks übernommen worden und werden durch Sacheinlagen — hauptsächlich Einbringung energiewirtschaftlicher Beteiligungen — gedeckt. Zugleich beschloß die a. o. Gen.-Vers., die Firma der Gesellschaft in „Thüringenwerk AG." zu ändern.

Zu 17. Elektrizitäts-Versorgung Württemberg AG., Stuttgart. Die in der EVW. zusammengeschlossenen Werke umfassen mit der Summe ihres Energie-Umsatzes 85% des Gesamtumsatzes aller Elektrizitätswerke in Württemberg. Der Stromumsatz betrug 306 (322) Mill kWh; der 5proz. Rückgang ist eine Folge der auch im Jahre 1935 anhaltenden besonders guten Wasserführung der württembergischen Flüsse. Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder betrug etwa 100 Köpfe.

Zu 18. Bayernwerk Aktiengesellschaft, München. Die Strombewirtschaftung des Bayernwerks und seiner beiden Schwestergesellschaften, Mittlere Isar AG. und Walchenseewerk AG. (vgl. Nr. 19 u. 20), ist gemeinsam, ebenso die Verwaltung; auf Grund eines Interessengemeinschafts- und Betriebsführungsvertrags erhalten die beiden AG. für den gelieferten Strom die entsprechenden Vergütungen. Die gesamte nutzbare Abgabe an Dreh- und Einphasenstrom betrug 920 (886) Mill kWh; Steigerung 3,7%. — Die Gefolgschaft der drei Werke zählte 637 Köpfe, von denen drei Viertel seit Betriebsbeginn beim Bayernwerk tätig sind.

Zu 19. Mittlere Isar Aktiengesellschaft, München. Die AG. ist eine Schwestergesellschaft des Bayernwerks (vgl. Nr. 18). Die dargebotenen Wassermengen lagen im Winterhalbjahr rd. 9% und im Sommerhalbjahr rd. 2% über dem Durchschnitt der letzten 12 Jahre und konnten zu 97% ausgenützt werden. Aus Wasserkraft wurden an Dreh- und Einphasenstrom 414 Mill kWh erzeugt und dem Bayernwerk zugeleitet.

Zu 20. Walchenseewerk Aktiengesellschaft, München. Die AG. ist ebenfalls eine Schwestergesellschaft des Bayernwerks und steht zu demselben in dem gleichen wirtschaftlichen Verhältnis wie die Mittlere Isar AG. (vgl. Nr. 18 u. 19). Die Wasserdarbietung lag im Winterhalbjahr um rd. 10%, im Sommerhalbjahr um nahezu 5% über dem Durchschnitt der letzten 12 Jahre und konnte zu etwa 97% verwertet werden. An Dreh- und Einphasenstrom wurden rd. 183 Mill kWh erzeugt.

Zu 21. Bayerische Elektrizitäts-Werke, München. Die nutzbare Stromabgabe ist um 12,6% gestiegen; genauere Ziffern wurden im Berichte nicht angegeben. Die Gefolgschaft hat eine Vergrößerung um 16% erfahren.

---

621. 365. 003. 1 : 644. 1 **Elektrische Warmwasser-Speicherheizung für Dauerbetrieb in Wohnhäusern.** — Verfasser hält die elektrische Heizung von Einfamilienhäusern für besonders zweckmäßig, weil diese im allgemeinen an besonders schlecht ausgenutzte, außerdem weitläufige und daher teuere Niederspannungsnetze angeschlossen sind, deren Belastungsausgleich wichtiger ist als die Einebnung des Kraftwerkgebirges. Ein weitgehender Belastungsausgleich im Niederspannungsnetz ist nur dadurch möglich, daß die Abgabe von Heizstrom während der Belastungsspitze im Niederspannungsnetz gesperrt, also mit kurzzeitiger Speicherung gefahren wird, und daß man den Anschlußwert jeder einzelnen Anlage so gering als möglich bemißt. Die Benutzungsstundendauer der Höchstlast jeder einzelnen Anlage und die Zahl der je Flächeneinheit anschließbaren Anlagen wird dadurch wesentlich erhöht. Eine solche Verringerung des Anschlußwertes kann dadurch erreicht werden, daß die Raumtemperaturen über 24 Std. des Tages konstant gehalten werden, weil dadurch jede Anheizleistung in Fortfall kommt. Verfasser weist nach, daß die Ersparnis an Wärmeeinheiten, die sich durch nächtliche Heizpausen erzielen läßt, in Wohngebäuden mit ihrer hohen Benutzungsdauer nicht mehr als etwa 6% beträgt. Dieser geringen Ersparnis steht aber die Tatsache gegenüber, daß der Anschlußwert der Heizung etwa das 3,5fache des höchsten Wärmebedarfes betragen muß, um die während der nächtlichen Heizpause entstandene Abkühlung der Räume am nächsten Morgen innerhalb von 3 Std. wieder auszugleichen. Dies führt zwangsläufig zu einer entsprechenden Verringerung der je Netzflächeneinheit anschließbaren Anlagen und damit des Umsatzes, so daß der dem Lieferwerk hierdurch entstehende Verlust durch entsprechend höhere Strompreise für den Heizstromabnehmer ausgeglichen werden muß. Diese Strompreiserhöhung führt trotz der nächtlichen Heizpause zu einer Verdoppelung der Betriebskosten gegenüber dem Dauerbetrieb.

Sodann werden Versuchsergebnisse bekanntgegeben, die der Verfasser im Winter 1936/37 in seinem Hause mit der beschriebenen Anlage bei Konstanthaltung der Raumtemperaturen erzielt hat. Trotz der zur Überbrückung von zwei je dreistündigen Spitzenbelastungszeiten vorgesehenen Speicherung reicht für den 2400 m³ umbauten Raum ein Anschlußwert von 42 kW, d. s. 17,5 W/m³, aus. Der jährliche Stromverbrauch je m³ umbauten Raumes ergab sich zu 29 kWh. Die jährliche Benutzungsdauer des Anschlußwertes betrug 1670 Std. und würde bei sperrzeitloser Stromentnahme, also ohne Speicherbetrieb, wofür ein Anschlußwert von 31,6 kW ausgereicht hätte, 2215 Std. betragen haben. Von dem gesamten Stromverbrauch entfielen 55% in die 10stündige Nachtzeit und nur 45% in die 14stündige Tageszeit, woraus der Verfasser eine Bestätigung für die Richtigkeit seiner Theorie herleitet, das ganze zu heizende Gebäude als Wärmespeicher zu betrachten, den man während der Nachtzeit nicht zugunsten eines mehr als doppelt so hohen Tagesstromverbrauchs auskühlen lassen soll. [W. von Sauer, Elektr.-Wirtsch. 36 (1937) S. 521; 5 S., 10 Abb.] *vb.*

625. 6. 003. 1 + 629. 113-45. 003. 1 + 621. 335. 4. 033. 91 — **Zur Wirtschaftlichkeit der Nahverkehrsmittel: Straßenbahn, Autobus und Obus.** — Die Wirtschaftlichkeit der genannten Nahverkehrsmittel wird durch eine analytische Darstellung des Kostenverlaufes anschaulich klargestellt. Diese Darstellung hat den Vorteil, daß sie das Grundsätzliche in einer Kostenaufstellung wiederzugeben gestattet. Voraussetzung hierfür ist allerdings richtige Wahl der einzelnen Koeffizienten. Wenn dies zutrifft, so genügt die Rechnung durchaus für überschlägige Untersuchungen, wenn weiter vorausgesetzt wird, daß nur ein verhältnismäßig beschränkter Bereich der mittleren Wagenfolgezeit in Betracht gezogen wird. Die Untersuchung kommt ebenfalls zu dem bereits an anderen Orten erzielten Ergebnis, daß unter etwa 25 Minuten der Obus wirtschaftlicher als der Autobus und unter 5 bis 6 Minuten die Straßenbahn wirtschaftlicher als der Obus ist. Die Wirtschaft-

Digitized by Google

lichkeitsgrenze zwischen Autobus und Straßenbahn liegt bei etwa 10 bis 11 Minuten Wagenfolgezeit. Schließlich behandelt der Verfasser kurz die technische Ausrüstung der Fahrzeuge mit Rücksicht auf ihre Wirtschaftlichkeit. Er weist auch darauf hin, daß der stark feldgeregelte Verbundmotor die Kleinhaltung der Anfahrverluste gestattet (in Wirklichkeit allerdings nicht so weitgehend, wie es der Verfasser glaubt annehmen zu müssen, da praktisch die Feldregelung ganz einfach nicht so weit durchführbar ist, wie es theoretisch erwünscht wäre), und kommt schließlich zu dem Ergebnis, daß der Obus als Verkehrsmittel jüngeren Datums noch großer Entwicklung fähig ist. Begünstigend in dieser Hinsicht wirkt das Bestreben nach günstigerer Preisberechnung der elektrischen Energie bei gleichzeitiger Neigung zur Steigerung der Rohölpreise. [E. Anderegg, Schweiz. Bauztg. 109 (1937) S. 283; 4 S., 7 Abb.] *A. Hs.*

621. 311. 003. 1 **Die Kapitalkosten der Elektrizitätswerke in der Selbstkostenrechnung.** — In den Gestehungskosten der elektrischen Arbeit sind die Kapitalkosten von ausschlaggebender Bedeutung. Sie setzen sich zusammen aus Zinsen, Abschreibungen und kapitalabhängigen Steuern. Eine nach rein objektiven Voraussetzungen aufgestellte (und für den Betriebsvergleich verwendbare) Selbstkostenrechnung erfordert den Ansatz von Zinsen für das ganze, in den Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen arbeitende Kapital[1]). Der Zinssatz für das Eigenkapital muß sich an den „landesüblichen Zinsfuß" anlehnen. In der Nachkriegszeit war dieser mit einer für die Selbstkostenrechnung wünschenswerten Sicherheit nicht zu ermitteln, und erst die große Zinskonversion der Reichsregierung von 1935 und die Konsolidierungsanleihen von 1935, 1936 und 1937 haben für vorerst 12 bis 15 Jahre mit dem neuen Landeszinsfuß von 4½% eine feste Kalkulationsgrundlage geschaffen. Eine Untersuchung der Buchwertabschreibung und der Zinseszinsabschreibung zeigt, daß diese beiden Abschreibungsformen den in der Elektrizitätswirtschaft ausschlaggebenden technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht gerecht werden. Bei normaler Beanspruchung der Betriebsanlagen ist die Wertminderung eine Funktion der Nutzungsdauer und Folgeerscheinung des natürlichen Verschleißes (Verwitterung, Zerfressung, Altern des Baustoffes). Diese Erkenntnis legt eine gleichmäßige Verteilung der Anlagekosten auf alle Jahre der Anlagennutzung nahe. Das Erfordernis der Kapitalerhaltung hat im Abschreibungswesen heute ein anderes Gesicht als in der Zeit des Währungsverfalls. Zu unterscheiden sind die geldziffernmäßige (nominelle) und die materielle Kapitalerhaltung. Die erstere Auffassung sieht das Kapital als erhalten an, wenn der Rohgewinn eine Rückgewinnung des Anlagekapitals in seiner geldziffernmäßigen Größe einschließt. In Zeiten geringer Geldwertschwankungen genügt diese nur nominelle Kapitalerhaltung. Für die Selbstkostenrechnung (und den Jahresabschluß) folgt daraus, daß die Anschaffungskosten Abschreibungsgrundlage bleiben. Die materielle Kapitalerhaltung hat als Ziel die Sicherung eines Geldbetrages, der die alljährliche Einbuße an Anlagegütern wieder voll zu ersetzen gestattet. Dieses Wiederbeschaffungsprinzip war in der Inflationszeit eine wirtschaftliche Selbstverständlichkeit. Heute, wie überhaupt in Zeiten fester Währungsverhältnisse, kann es unbeachtet bleiben. Eine sichere Grundlage für die Berücksichtigung von Preisänderungen auf dem Markt der Produktionsmittel wäre ohnehin erst gegeben, wenn der Realwert der Abschreibungen über Geldwertschwankungen hinweg mit Sicherheit beurteilt werden kann. Die Unterbringung der Steuern an nur einer Stelle der Selbstkostenrechnung widerspricht dem zusammengesetzten Charakter der Steuern. Diese müssen in kapitalabhängige, ertragsabhängige und umsatzabhängige zerlegt werden. Auch in den kapitalabhängigen Steuern wirkt sich der langsame Kapitalumschlag der Elektrizitätswerke in beachtenswertem Maße aus. [E. Krause, Wirtschaftstreuhänder 6 (1937) H. 15/16, S. 291; 3½ S.] *eb.*

621. 332 (436) — **Die Energieversorgung der österreichischen Bundesbahnen im Raume westlich von Salzburg.** — Gegenwärtig besitzen die elektrisierten Linien der österreichischen Bundesbahnen eine Gesamtlänge von rund 822 km, mithin etwa 14% des ganzen Schienenstranges dieser Eisenbahnverwaltung. 624 km hiervon entfallen auf das zusammenhängende Liniennetz westlich von Salzburg. Eine 55-kV-Einfachsammelschiene, die aus 5 Wasserkraftwerken gespeist wird und die Energie über insgesamt 13 Unterwerke an das 15-kV-Fahrleitungsnetz verteilt, bildet das Rückgrat der Energieversorgung. Der Energiebedarf des elektrischen Netzes hat sich während der Jahre 1925—1930 sprunghaft entwickelt. Der saisonmäßigen Bedarfssteigerung infolge des sommerlichen Reiseverkehrs auf den österreichischen Bundesbahnen steht in den Wintermonaten ein gesteigerter Güterverkehr gegenüber; der Bedarf an Energie für die Heizung der Personenzüge gibt nahezu ein Ausgleich in den beiden Jahreshälften. Die Deckung des Energiebedarfes auf den von den österreichischen Bundesbahnen westlich von Salzburg betriebenen elektrischen Linien geschieht durch vier bahneigene Kraftwerke und durch das durch Vertrag gebundene Achenseewerk. Grundsatz bei Erstellung des Energiewirtschaftsplanes war: während der Wintermonate möglichst hohe Ausnützung der in die Grundlast arbeitenden Laufwerke und Schonung der Speicherwerke. Den Hauptanteil an der Spitzenlieferung hat das Stubachwerk.

Unter den Elektrisierungsplänen steht an erster Stelle die Strecke Salzburg—Wien, die einen Energiebedarf von $89 \cdot 10^6$ kWh erfordern wird, wobei das Verkehrsaufkommen d. J. 1932 zugrunde gelegt wurde. Bei 2154 Mill tkm ergäbe sich demnach unter Berücksichtigung des angeführten Arbeitsbedarfes ein spezifischer Bedarf von 41,3 Wh/tkm ab Unterwerk-Austrittsstelle. Der künftige Arbeitsbedarf dieser Strecke wäre mithin um etwa 17% niedriger als im gegenwärtigen Betriebsnetz, westlich von Salzburg.

Die geplante elektrische Vollbahn Salzburg—Wien verspricht, ein sehr günstiger Großabnehmer elektrischer Energie zu werden, da die Linie das energiewirtschaftlich sehr stark aufgeschlossene Alpenvorland südlich der Donau betritt, wo große Möglichkeit zur Deckung der Energie aus bahnfremden Werken vorhanden ist.

Die bahneigenen Kraftwerke im Raume westlich von Salzburg und ihre großen Jahresspeicher sollen in Verbundwirtschaft mit dem 100-kV-Drehstromnetz Partenstein—Wien—Graz gebracht werden. Günstig für die Rentabilität dieses Planes ist der Umstand, daß das Speicherwerk an der Stubache durch Ausbau einer zweiten Stufe auf eine mehr als doppelt so große Jahreserzeugung gebracht werden kann. Mit den Überschüssen der bestehenden Kraftwerke ergäbe die Lieferung dieser zweiten Kraftwerksstufe etwa $90 \cdot 10^6$ kWh Spitzenenergie. Aus dem Drehstromnetz müßten dann noch 15 bis $20 \cdot 10^6$ kWh bezogen werden.

Zwecks Überleitung der Energieüberschüsse und zur Erzielung einer möglichst engen Verbundwirtschaft zwischen den beiden Netzen soll eine für eine Betriebsspannung von 110 kV auszulegende Freileitung mit dem vorhandenen 55-kV-Netz sowohl im Kraftwerk Stubach II als auch im Unterwerk Schwarzach-St. Veit über Transformatoren für 55/110 kV gekuppelt werden. Die Verbindung mit dem vorhandenen 100-kV-Drehstromnetz ist über ein in Amstetten zu errichtendes Hauptumformerwerk geplant. In den Verkehrsknotenpunkten Steindorf, Attnang—Puchheim, Linz, Amstetten, St. Pölten und Rekawinkel ist der Bau von sechs Unterwerken zwecks Speisung der Fahrleitung geplant.

Durch die enge Kupplung des Landes-Drehstromnetzes mit dem geplanten Bahnnetz ist die Möglichkeit einer stärkeren Heranziehung der bahneigenen Speicherwerke gegeben, und zwar gerade in jenen Monaten, in welchen der Bedarf des Drehstromnetzes bei gleichzeitigem Rückgang der Wasserkrafterzeugung besonders groß ist. [Heinrich Schmidt, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 28 (1937) S. 138]. *G. W. K.*

621. 312. 003. 1 (437) **Der elektrotechnische Außenhandel der Tschechoslowakei.** — Die Entwicklung der elektrotechnischen Einfuhr nach der Tschechoslowakei ist aus Zahlentafel 1 zu erkennen. Die angegebenen Zahlenwerte

Zahlentafel 1. Einfuhr.

Gesamtwert der Einfuhr in Mill RM*)	1929: 30,6	1933: 12,4	1936: 14,9
Von dieser Einfuhr entfielen auf:			
Deutschland	17,7	4,8	6,8
Österreich	2,74	1,46	1,04
Holland	1,9	3,15	1,42
Schweiz	2,46	0,87	1,89
Großbritannien	0,6	0,45	0,87
Schweden	0,62	0,22	0,65
V. S. Amerika	0,65	0,29	0,95
Frankreich	0,39	0,18	0,37
Belgien	0,85	1,94	0,19
Ungarn	0,68	0,64	0,79

*) 1 Krone = 0,087 RM.

[1]) ETZ 46 (1925) S. 1043 und 47 (1926) S. 1422.

Digitized by Google

beziehen sich auf das Jahr 1929, in welchem die Wirtschaftskonjunktur in der Tschechoslowakei ihren Höchstpunkt erreichte, auf das Jahr 1933, in welchem die Krise ihren Tiefpunkt erreichte und auf das vergangene Jahr, in welchem im Einklang mit der Rüstungskonjunktur der Schwerindustrie und mit der Abwertung der Währung eine langsame Erholung Platz griff.

Über die Entwicklung der elektrotechnischen Ausfuhr aus der Tschechoslowakei gibt Zahlentafel 2 für die gleichen Jahre nähere Auskunft. Auch hier sind wieder nur die wichtigsten Länder angeführt, während sich der Rest wieder auf die übrigen, hier nicht besonders angeführten Länder verteilt.

Zahlentafel 2. Ausfuhr.

Gesamtwert der elektrotechn. Ausfuhr in Mill RM	1929: 9,1	1933: 3,9	1936: 6,3
Davon entfielen auf:			
Deutschland	1,88	0,92	0,5
England	1,1	0,23	0,26
Polen	0,76	0,87	0,23
Jugoslawien	0,6	0,25	0,27
UdSSR	0,175	0,011	1,02
Rumänien	0,36	0,21	0,035
Holland	0,18	0,22	0,44
Österreich	0,49	0,168	0,245

Über die Entwicklung des tschechoslowakischen Rundfunk-Außenhandels im besonderen geben die folgenden Zahlentafeln 3 und 4 für die letzten Jahre noch näheren Aufschluß.

Zahlentafel 3.

	1933:	1934:	1935:	1936:
Einfuhr von Rundfunkgeräten nach dem Gewicht in t	517	186	165	84
Einfuhr von Rundfunkgeräten nach dem Wert in Mill RM	5,05	2,35	1,93	1,14
Ausfuhr von Rundfunkgeräten nach dem Gewicht in t	18,0	15,0	113	65,0
Ausfuhr von Rundfunkgeräten nach dem Wert in Mill RM	0,35	0,17	0,92	0,37

Zahlentafel 4. Elektronenröhren.

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1935:	1936:	1935:	1936:
Stückzahl	650 292	508 487	78 296	90 088
Wert in Mill RM	2,02	1,6	0,182	0,245

G. W. M.

Handelsregistereintragungen. — Heid & Co. G. m. b. H., Berlin-Lichterfelde, Ferdinandstr. 15 (20 000 RM): Fabrikation und Ausübung von Geschäften jeder Art der Elektrotechnik und verwandter Branchen. — Joh. Schlenker-Maier, Elektrotechn. Fabrik, Schwenningen a. N. So lautet die bisherige Firma Joh. Schlenker Metallwarenfabrik. Gegenstand: Herstellung elektrotechn. Spezialerzeugnisse.

STATISTISCHE MITTEILUNGEN

(Mitgeteilt von der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.)

Weltelektroausfuhr Januar—September 1937. — Die günstige Entwicklung der Weltelektroausfuhr hat auch in den ersten 9 Monaten 1937 angehalten. Die Zahlentafel 1 zeigt die Ausfuhr der 14 größten Exportländer, auf die rd. 95% der Weltelektroausfuhr fallen dürften. Die Ausfuhr dieser Länder stieg von 1934 auf 1935 um 4,4%, von 1935 auf 1936 um 10,7%. In den ersten 9 Monaten 1937 ist ein weiteres Ansteigen um 24% zu verzeichnen. Die drei größten Länder V. S. Amerika, Deutschland und Großbritannien waren wesentlich an dieser Entwicklung beteiligt. Bei Deutschland betrug die Zunahme von 1936 auf 1937 allerdings nur 22%, bei den V. S. Amerika 28,5%, so daß die V. S. Amerika Januar—September 1937 an die erste Stelle der Exportländer getreten sind. Ihre Ausfuhr über die Durchschnittszunahme hinaus steigern konnten von den kleineren Exportländern die Niederlande, die dadurch den Tiefpunkt von 1936 überwunden haben, Belgien-Luxemburg, Österreich, Italien und Schweden. Bei Japan betrug die Zunahme 13%, bei der Schweiz, Canada und der Tschechoslowakei 3 bis 8%. Frankreich und Ungarn haben das Vorjahrsergebnis nicht ganz erreicht, bei Ungarn dürften hierbei Preisveränderungen ausschlaggebend sein, da in den wichtigen Positionen die ausgeführten Mengen gestiegen sind.

Zahlentafel 1. Weltelektroausfuhr 1936 und 1937[1]).

Länder[2])	Jahr 1936 Mill RM	Januar—Sept. 1936 Mill RM	Januar—Sept. 1937[3]) Mill RM	Anteil an der dargest. Ausfuhr: Jahr 1936 %	Jan.—Sept. 1936 %	Jan.—Sept. 1937 %
V. S. Amerika	253,7	182,5	234,6	25,6	26,1	26,9
Deutschland	266,2	189,9	231,1	26,8	27,2	26,6
Großbritannien	196,7	132,7	165,7	19,8	19,0	19,1
Niederlande	75,2	49,4	68,4	7,6	7,1	7,9
Japan	35,5	25,9	29,3	3,6	3,7	3,4
Schweden	27,1	19,6	25,0	2,7	2,8	2,9
Belgien-Luxemburg	23,6	16,4	25,0	2,4	2,3	2,9
Schweiz	26,4	20,6	21,2	2,6	2,9	2,4
Frankreich	28,8	21,8	20,8	2,9	3,1	2,4
Österreich	17,6	10,9	14,6	1,8	1,6	1,7
Canada	13,0	9,4	10,0	1,3	1,3	1,1
Italien	7,5	5,6	9,2	0,8	0,8	1,0
Ungarn	11,9	8,3	8,0	1,2	1,2	0,9
Tschechoslowakei	8,6	6,2	6,7	0,9	0,9	0,8
Zusammen	991,8	699,2	869,6	100	100	100

[1]) Ausfuhr von 14 Ländern, deren Ausfuhr 95% der Weltausfuhr umfassen dürfte.
[2]) Geordnet nach der Größe der Ausfuhr 1937.
[3]) Vorläufige Zahlen.

Absatz elektrischer Haushaltgeräte in Deutschland. — Die früher an dieser Stelle[1]) zusammengefaßten Zahlen über den Absatz der deutschen Elektroindustrie in elektrischen Haushaltgeräten für das Inland können nunmehr durch die Zahlen für das Jahr 1936 ergänzt werden. Die Zahlentafel 1 zeigt, daß — von der Stückzahl ausgehend — 1936 eine Zunahme um rund ein Drittel erfolgt ist. Besonders auffällig ist der Absatzzuwachs bei den Kochtöpfen, Heizkissen, Luftduschen und bei der umfassenden Gruppe der sonstigen Elektrowärmegeräte.

Zahlentafel 1. Inlandsumsatz*) in Elektrowärme- und Haushaltgeräten in den Jahren 1935 und 1936.

Geräteart	1935 Stück	1936 Stück
Unmittelbar beheizte Kochtöpfe	186 919	215 578
Unmittelbar beheizte Bratpfannen	8 462	7 495
Tauchsieder	221 077	274 585
Bügeleisen	986 883	1 000 696
Heizkissen	406 384	522 892
Luftduschen	97 154	136 660
Raumheizöfen und Heizsonnen	93 647	131 374
Sonstige Elektrowärmegeräte, z. B. Waffeleisen, Brotröster, Kaffee- und Teemaschinen, Wärmeplatten u. dgl.	108 476	464 996
Insgesamt	2 109 002	2 754 276

*) Erhebung der Wirtschaftsgruppe Elektroindustrie.

Rundfunkteilnehmer in Deutschland. — Am 1. 12. 1937 betrug die Zahl der deutschen Rundfunkteilnehmer rd. 8 800 000 gegenüber 7 940 000 zur gleichen Zeit des Vorjahres (Zahlentafel 1). Der frühsommerliche Höchststand der Funkhörerzahl ist auch in diesem Jahre bereits kräftig überschritten. Es sind jetzt fast 300 000 Hörer mehr vorhanden. Bezogen auf die Einwohnerzahl ist damit eine Rundfunkhörerdichte von 133 Empfängern auf 1000 Einwohner erzielt. Praktisch verfügt jede zweite Haushaltung über einen Rundfunkempfänger.

Zahlentafel 1. Rundfunkteilnehmer in Deutschland.

Stichtag	Teilnehmer insgesamt	auf 1000 Einwohner	auf 100 Haushaltungen
1. 1. 1932	3 980 852	61,2	24,1
1. 1. 1933	4 307 722	66,2	25,9
1. 1. 1934	5 052 607	77,7	28,5
1. 1. 1935	6 142 921	93,0	34,6
1. 1. 1936	7 192 952	108,9	40,6
1. 1. 1937	8 167 957	123,7	46,1
1. 4. 1937	8 511 959	128,9	48,0
1. 12. 1937	8 795 967	133,2	49,6
1. 12. 1936	7 937 907	120,2	44,8

[1]) Siehe auch ETZ 58 (1937) H. 19, S. 517.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

VDE-Fachberichte 1937.

Die Fachberichte unserer letzten (39.) Mitgliederversammlung in Königsberg i. Pr. sind soeben in Buchform erschienen.

Der Band enthält auf 242 Seiten DIN A 4 außer den 59 Fachberichten den vollen Wortlaut der Aussprachen, die Einführungen zu den 16 Gruppen und 323 Abbildungen nach den vorgeführten Lichtbildern. Dem Band sind wiederum Inhaltsfahnen nach DIN 1504 mit DK-Zahlen, Verfassernamen, Titel, Quellenangabe und Kurzreferat lose beigegeben. Über den genauen Inhalt unterrichtet ETZ 58 (1937) H. 23, S. 645 sowie ein ausführlicher Prospekt, der diesem Heft beiliegt.

Trotz des ständig gestiegenen Umfanges ist es möglich gewesen, die VDE-Fachberichte 1934, 1935 und 1936 zum gleichen Preis zu liefern. Da aber nun die neuen „VDE-Fachberichte 1937" um rund zwei Drittel stärker sind als die von 1934 und um ein Drittel stärker als der vorige Band 1936, wurde eine geringe Preiserhöhung unumgänglich. Die Preise sind:

Für VDE-Mitglieder
kartoniert 8,— RM Halbleinen 10,— RM
Für Nichtmitglieder
kartoniert 12,— RM Halbleinen 15,— RM

Das Werk ist durch jede Buchhandlung von der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus zu beziehen.

Teilnehmer an der 39. Mitgliederversammlung, die den Band mit der dafür vorgesehenen Bestellkarte des Teilnehmerheftes anforderten, haben ihn Anfang dieses Monats erhalten.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hat die Bestimmungen für Installationsrohre, die in VDE 0610 enthalten sind, überarbeitet. Der neue Entwurf zu

VDE 0605 „Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen"

wird nachstehend bekanntgegeben. Einsprüche sind bis zum 31. März 1938 der Geschäftstelle einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Entwurf.

Anwendung des noch nicht endgültigen Entwurfs auf eigene Gefahr.

VDE 0605

Vorschriften für Installationsrohre für elektrische Anlagen.

§ 1.
Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften gelten für Installationsrohre, die nach dem ..... hergestellt werden[1]).

§ 2.
Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für Installationsrohre zur Verlegung von Leitungen bis 1 kV (z. B. Rohre ohne Metallmantel, Falzrohre, Stahlrohre mit und ohne Gewinde usw.).

b) Für die Verlegung von Installationsrohren gilt DIN VDE 9060.

c) Für die Zuordnung der Leitungen zu den Rohrweiten gelten DIN VDE 9048, 9049.

[1]) Genehmigt durch .....

§ 3.
Normen.

a) Für nachstehende Arten von Installationsrohren müssen folgende Normen[2]) eingehalten werden:

für	Rohre ohne Metallmantel	DIN VDE	9000
„	Stahlrohr mit Auskleidung und Gewinde (Stahlpanzerrohr)	„ „	9010
„	Stahlrohr ohne Auskleidung mit Gewinde	„ „	9020
„	Stahlrohr ohne Auskleidung ohne Gewinde (Steckrohr)	„ „	9021
„	Falzrohr mit Mantel aus Messingblech . .	„ „	9025
„	Falzrohr mit Mantel aus verbleitem Stahlblech	„ „	9026
„	Falzrohr mit Mantel aus Stahlblech mit Aluminiumauflage	„ „	9027
„	Falzrohr mit Mantel aus lackiertem Stahlblech	„ „	9028

§ 4.
Aufschriften.

a) Jedes Rohr muß haltbar ein Ursprungszeichen tragen, das den Hersteller erkennen läßt.

b) Auf Falzrohren muß das Ursprungszeichen gegenüber dem Falz angebracht sein.

§ 5.
Allgemeine Bauvorschriften.

a) Die Rohre müssen im Innern glatte Flächen haben, die das Einziehen der Leitungen — ohne sie zu beschädigen — ermöglichen.

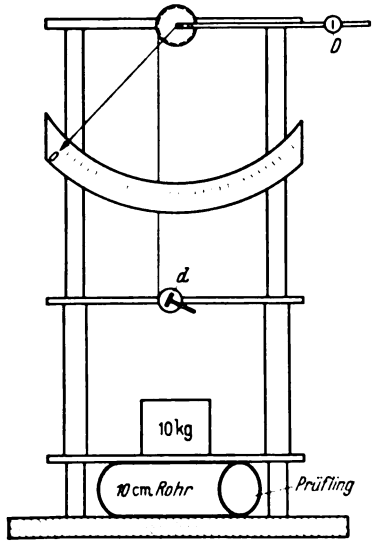
b) Die Rohrenden dürfen keinen scharfen Grat haben.

§ 6.
Papierauskleidung.

a) Die Papierauskleidung muß so durchtränkt sein, daß sich beim Abwickeln keine ungetränkten Stellen vorfinden.

b) Ein Rohrstück von 50 cm Länge wird 10 min lang einer Temperatur von 70° ausgesetzt. Hierbei darf die Tränkmasse nicht zur Tropfenbildung kommen, die Papierlagen sich nicht lösen oder die lichte Weite des Rohres sich nicht merklich verändert haben.

c) Zur Feststellung der mechanischen Festigkeit von Falzrohren ist ein abgemanteltes Rohrstück von 10 cm Länge in waagerechter Lage auf seiner ganzen Länge gleichmäßig mit einem Gewicht von 10 kg 5 min lang bei 20° Raumtemperatur zu belasten. Hierbei darf sich das Rohr nicht um mehr als 10% seines Außendurchmessers verändern. (Prüfgerät siehe Abb 1.)



D Ausgleichgewicht
d Zeigereinstellvorrichtung

Abb. 1.

§ 7.
Rostschutz.

a) Installationsrohre mit Auskleidung müssen außen, Installationsrohre ohne Auskleidung außen und innen einen rostschützenden Überzug haben.

1. Verbleiung.

b) Gewichtsmenge. Zur Feststellung der Gewichtsmenge der Verbleiung ist ein gerade gerichtetes Mantelstück über einer Bunsenflamme zu erwärmen, bis das Blei flüssig wird und mit einem Pinsel abgestreift werden kann. Der Gewichtsverlust ist festzustellen.

[2]) Entwürfe in Vorbereitung.

Digitized by Google

Das Bleigewicht muß auf der Außenseite mindestens 3,4 g/dm² sein.

c) Gleichmäßigkeit der Bleischicht. Rohrstücke mit verbleitem Eisenmantel müssen vor der Prüfung mit Benzin, Rohrstücke mit aluminiumüberzogenem Eisenmantel mit Äther gründlich entfettet werden. Um Fehler oder mechanische Verletzungen der Metallauflage festzustellen, werden die Rohrstücke in ein möglichst frisch hergestelltes Gemisch von 3 Teilen 1%-iger Lösung von rotem Blutlaugensalz und 1 Teil 1%-iger Lösung von Ammoniumpersulfat nach dem Paraffinieren der Schnittflächen 10 min lang hineingestellt. Danach werden die Rohrstücke so langsam senkrecht aus der Lösung herausgezogen, daß keine Flüssigkeit am Metallmantel haften bleibt. Durch die Einwirkung der Lösung dürfen auf dem Metallbelag der Rohrstücke weder tiefblaue Flecken entstehen noch darf eine allgemeine leichte Blaufärbung des Metallmantels eintreten.

2. Aluminiumüberzug.

d) Gewichtsmenge. Zur Feststellung der Gewichtsmenge des Aluminiumüberzuges wird ein geradegerichtetes Mantelstück auf der Innenseite mit einem Schutzanstrich versehen. Der Prüfling wird so lange in ein Bad von etwa 10 Gewichtsteilen Ätznatron und 90 Gewichtsteilen Wasser getaucht, bis keine Blasen mehr aufsteigen. Hierauf wird der Prüfling abgespült und getrocknet. Das Gewicht des Aluminiumüberzuges wird durch Wägung vor und nach der Behandlung festgestellt. Das Gewicht des Aluminiums auf der Außenseite muß mindestens 0,20 g/dm² sein.

e) Gleichmäßigkeit der Aluminiumschicht. Die Feststellung ist in gleicher Weise wie unter c) vorzunehmen.

3. Lackierung.

f) Prüfbestimmungen in Vorbereitung.

§ 8.

Biegen von Rohren.

a) Installationsrohre müssen so beschaffen sein, daß sie beim Biegen nicht brechen und der Falz nicht aufgeht bzw. die Längsnaht nicht platzt.

b) Falzrohre nach DIN VDE 9025, 9026, 9027, 9028.

Rohrstücke werden bis einschließlich der mit 29 bezeichneten Größe mit einer Biegezange für Installationsrohre gebogen, so daß eine Gesamtbiegung von 90° erreicht wird. Der Falz muß hierbei seitlich liegen. Die Anzahl und die Abstände der Einkerbungen sowie der mittlere Krümmungshalbmesser müssen dabei den Werten in Tafel I entsprechen.

c) Stahlrohre nach DIN VDE 9010 und 9020.

Rohrstücke werden bis einschließlich der mit 21 bezeichneten Größe mit einer handelsüblichen Biegevorrichtung so gebogen, daß eine Gesamtbiegung von 90° erreicht wird. Die auftretende Verflachung des Rohres darf die in der Tafel II angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tafel I

Bezeichnung des Falzrohres	Anzahl der Einkerbungen etwa	Abstand der einzelnen Einkerbungen etwa mm	mittlerer Krümmungshalbmesser etwa mm
7	18	5	65
9	20	5	75
11	20	5,5	90
13,5	20	7	105
16	25	8	125
23	30	9	160
29	30	10	200

Tafel II

Rohrbezeichnung	7	9	11	13,5	16	21
Halbmesser r in mm	90	110	110	140	140	160
zulässige Abflachung in %	5	5	10	12	15	15

d) Stahlrohre nach DIN VDE 9021.

Rohrstücke werden bis einschließlich der mit 26 23,8 bezeichneten Größe mit einer Biegevorrichtung so gebogen, daß eine Gesamtbiegung von 90° erreicht wird. Die auftretende Verflachung des Rohres darf die in der Tafel III angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tafel III

Rohrbezeichnung	10/8,2	13/11,2	16/14,2	18,5/16,5	26/23,8
Halbmesser r in mm	75	110	140	180	250
zulässige Abflachung in %	5	10	10	12	15

e) Biegefähige Rohre ohne Metallmantel nach DIN VDE 9000.

Biegefähige Rohre ohne Metallmantel müssen die Herstellung von Bogen mit einem Halbmesser gleich dem 5-fachen des Rohrdurchmessers gestatten.

Solche Rohre werden von Hand so gebogen, daß eine Gesamtbiegung von 90° erreicht wird; sie dürfen hierbei nicht knicken.

§ 9.

Muffen, Bogen, Winkelstücke u. dgl.

a) Muffen, Bogen, Winkelstücke u. dgl. müssen hinsichtlich der Werkstoffe und des Rostschutzes den vorstehenden Bestimmungen sinngemäß entsprechen.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Maschinen.
Ausschuß für Transformatoren.

Die Änderungen und Ergänzungen zu

VDE 0530/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M." und

VDE 0532/1934 „Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.",

die in ETZ 58 (1937) S. 1021 ff. veröffentlicht waren, sind vom Vorsitzenden des VDE im Dezember 1937 genehmigt worden und treten am 1. Januar 1938 in Kraft.

Die Ausschüsse für Maschinen und Transformatoren haben auf Grund eines Einspruches lediglich einige kleinere, im wesentlichen redaktionelle Änderungen an den beiden in ETZ 58 (1937) S. 1021 ff. veröffentlichten Entwürfen vorgenommen, die nachstehend bekanntgegeben werden.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Geschäftsführer:
Blendermann

Änderungen und Ergänzungen

zu

VDE 0530/1934

Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen R.E.M.

§ 40.

Isolierung aus verschiedenen Stoffen.

Der 2. Absatz erhält folgende gegenüber dem Entwurf geänderte Fassung:

„Gemeinsame Verwendung von Isolationsklasse C mit A, letztere zum mechanischen Aufbau benutzt, gilt als Isolationsklasse B, wenn die Isolierung bei den für Klasse B zulässigen Grenztemperaturen in dielektrischer und mechanischer Hinsicht dem dauernden Betrieb standhält."

§ 50.

Wicklungsprobe.

Der Zusatz nach dem 7. Absatz „Kurzschlußwicklungen brauchen nicht geprüft zu werden" erhält folgende Neufassung:

„Bei der Spannungsprüfung ausgebesserter Wicklungen ist der ausgebesserte Wicklungsteil, soweit möglich, zunächst der vollen Prüfspannung nach Tafel V auszusetzen. Bei der fertig eingebauten, ausgebesserten Wicklung . . . ."

(Von hier ab bleibt der Wortlaut wie im Entwurf bestehen.)

Der Abschnitt „In Tafel V bedeutet U . . . 3. bei Läuferwicklungen . . ." erhält folgende Neufassung:

„3. bei Läuferwicklungen von Asynchron-Motoren . . . bei Asynchron-Motoren mit hoher Schleuderdrehzahl zum Antrieb von Kranen . . ."

Digitized by Google

§ 82.

Bemerkungen zu den Leistungsschild-Angaben.

Der 1. Absatz des Abschnittes „Zu 6." erhält folgende Fassung:

„Bei Maschinen, die nur in einer Drehrichtung benutzt werden sollen und bei denen eine Änderung der Drehrichtung nur durch konstruktive Änderungen oder Änderung der inneren Maschinenschaltung möglich ist, ist der Drehzahl-Angabe ein

Pfeil mit Spitze nach rechts mit davorgesetztem „nur" (nur ⟶) für Rechtslauf,

ein Pfeil mit Spitze nach links mit davorgesetztem „nur" (nur ⟵) für Linkslauf

hinzuzufügen."

Änderungen und Ergänzungen
zu
VDE 0532/1934
Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren R.E.T.

§ 43.

Isolierung aus verschiedenen Stoffen.

Dieser Paragraph erhält folgende Fassung:

„Gemeinsame Verwendung von Isolationsklasse C mit A, letztere zum mechanischen Aufbau benutzt, gilt als Isolationsklasse B, wenn die Isolierung bei den für Klasse B zulässigen Grenztemperaturen in dielektrischer und mechanischer Hinsicht dem dauernden Betrieb standhält."

Bekanntmachung.
Ausschuß für Freileitungen.

In der Veröffentlichung in Heft 48, S. 1304 ist bei der Angabe der Änderung für § 12 von VDE 0210/1936 „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F." ein Irrtum unterlaufen. Die richtige Änderungsangabe lautet wie folgt:

§ 12.

Isolatoren.

Die Vorschrift d) Ziffer 1 wird durch nachstehende Vorschrift ersetzt:

1. Zur Ausscheidung fehlerhafter Stücke sind die fertig bewehrten Kappen- und Vollkernisolatoren mit den in den jeweils gültigen Dinormen angegebenen Stückprüflasten zu prüfen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:
Blendermann

VERSCHIEDENES.

PERSÖNLICHES.

F. Biermann †. — Herr Dir. Fritz Biermann VDE, Wiesbaden, der dem VDE seit fast 40 Jahren angehört, ist im Alter von 74 Jahren gestorben. Von 1901 bis 1928 hat er als kaufmännischer Direktor im Dienst großer Elektrizitätswerke, zuletzt des Ostpreußenwerks gestanden. Obwohl Herr Dir. Biermann vorwiegend kaufmännisch tätig war, ist er doch auch als Elektrotechniker hervorgetreten, wie seine Vorträge und Aufsätze beweisen, die in den Jahren 1904 bis 1922 in der ETZ erschienen. Die elektrotechnische Fachwelt hat in ihm einen getreuen Mitarbeiter verloren.

Auszeichnungen. — Auf Vorschlag des Reichsministers der Luftfahrt, Generaloberst Göring, wurden 14 um die Luftfahrtforschung verdiente Persönlichkeiten zu Professoren ernannt. Die Ernennung zum a. o. Professor erhielten u. a. Herr Dr.-Ing. Paul Freiherr von Handel, Berlin, und Herr Prof. Dr. phil. Karl Stuchtey, Berlin.

Hochschulnachrichten. — Als Nachfolger des verstorbenen Herrn Prof. Dr. L. Finzi[1]) wurde Herr Prof. Dr.-Ing. Robert Brüderlink als ord. Professor an die T. H. Aachen berufen für das Lehrgebiet „Praktische Elektrotechnik" (Elektromaschinenbau, elektrische Kraftanlagen u. Bahnen); gleichzeitig wurde er zum Direktor des Instituts für Elektrotechnik II (praktische Elektrotechnik) ernannt. Herr Prof. Brüderlink war nach seinem Studium mehrfach abwechselnd in der Praxis und an der T. H. Karlsruhe tätig, wo er zum a. o. Prof. ernannt worden war. Seit November 1934 bis zu seiner Berufung nach Aachen arbeitete er als Wissenschaftlicher Berater im Dynamowerk der Siemens-Schuckertwerke zu Berlin. Den Lesern der ETZ und des Archiv für Elektrotechnik ist Prof. Dr. Brüderlink durch eine Reihe von Aufsätzen und Berichten über Elektromaschinenbaufragen seit langen Jahren bekannt.

BRIEFE AN DIE ETZ.

Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn W. Borgquist in der ETZ 58 (1937) H. 17, S. 449 und 455.

621. 311. 153. 003

Anläßlich der Aufsätze des Herrn Oberdirektor Dr.-Ing. W. Borgquist über Dauerzähler und Dauerkurven[2]) erlaube ich mir auf den meistens unbeachteten Umstand aufmerksam zu machen, daß die mit einem Dauerzähler[3]) gemessene Kurve der geordneten Viertelstundenwerte nicht ganz identisch mit der wahren Dauerkurve (Jahresbelastungslinie) ist.

Unter der „Dauerlinie" einer schwankenden Belastung versteht man bekanntlich eine Kurve (Kurve *a* in Abb. 2), deren Abszissen die Summen der Zeiten t_1, t_2, ... darstellt, in welchen die Belastung größer als die Ordinatenwerte ist, und die einer Zeitkurve der Belastung entnommen werden können (Abb. 1). Die Zeitsummen oder Gesamtdauern der Überschreitungen werden dabei zweckmäßig in Teilen der insgesamt betrachteten Zeit t ausgedrückt:

$$w = \frac{t_1 + t_2 + \dots}{t}.$$

Wir nehmen ferner an, daß die Belastung mit einem Viertelstunden-Maximumzähler gemessen wird. Der dabei für eine Viertelstunde gemessene Wert wird im Zeitdiagramm der Belastung von der mittleren Ordinatenhöhe des Diagrammstreifens dargestellt, welcher der betreffenden Meßzeit entspricht (Abb. 1). Diese mittlere Ordinate mag z. B. in der Mitte des betreffenden Diagrammstreifens eingezeichnet werden; der Endpunkt dieser Ordinate wird in Abb. 1 mit *P* bezeichnet. Für jede Lage des Viertelstundenstreifens im Diagramm wird ein Punkt *P* erhalten, und die Punkte *P* liegen dabei auf einer Kurve, die in Abb. 1 gestrichelt eingezeichnet ist. Aus dieser Kurve kann in gleicher Weise wie aus der Zeitkurve eine „Dauerkurve" konstruiert werden, die in Abb. 2 gestrichelt eingetragen ist (Kurve *b*).

Wenn eine große Anzahl Viertelstundenmessungen — z. B. die 35040 Messungen aus einem Jahre — der Größe nach geordnet und durch eine Kurve dargestellt werden, deren Abszissen angeben, wie viele Viertelstundenmessungen im Verhältnis zu ihrer Gesamtzahl größere Werte als die entsprechenden Ordinatenwerte gegeben haben, so fällt die so erhaltene Kurve praktisch mit der in der beschriebenen Weise für dieselbe Zeit konstruierten Kurve *b* in Abb. 2 zusammen, und zwar um so genauer, je größer die Anzahl der Viertelstundenmessungen ist, vorausgesetzt, daß die Schwankungen der Belastung unabhängig von den Meßperioden, d. h. von dem Gange der Zähleruhr

[1]) Nachruf: ETZ 58 (1937) H. 3, S. 88.
[2]) ETZ 58 (1937) H. 17, S. 449 und 455.
[3]) Vgl. auch ETZ 58 (1937) H. 23, S. 642.

Digitized by Google

sind, was ja in der Praxis wohl immer der Fall ist. Die Abszissen dieser Kurve *b* der Viertelstundenmessungen können also praktisch mit dem beschriebenen Dauerzähler ermittelt werden.

Die Kurve der Viertelstundenmessungen (Kurve *b* in Abb. 2) fällt offenbar nur dann mit der eigentlichen Dauerkurve der Belastung (Kurve *a*) zusammen, wenn die Belastung so langsam schwankt, daß sie in jeder Viertelstunde praktisch unveränderlich ist. Für schneller schwankende Belastungen kann der Unterschied zwischen den Kurven beträchtlich sein. Eine Kurve der Viertelstundenmessungen, kann unter solchen Umständen nicht ohne weiteres die eigentliche Dauerkurve ersetzen und z. B. als Unterlage für die bekannte Berechnung der mittleren Energieverluste und ähnliche Berechnungen verwendet werden.

Da nun sowohl die eigentliche Dauerkurve als auch die entsprechende Kurve der Viertelstundenwerte für die Darstellung von Belastungsstatistiken zweifellos und mit Recht immer größere Verwendung finden werden, scheint es angebracht zu sein, für diese Kurven geeignete Namen einzuführen. Die Kurve der Viertelstundenwerte als Dauerkurve zu bezeichnen, ist unzweckmäßig, erstens weil dadurch Verwechslungen mit der eigentlichen Dauerkurve hervorgerufen werden können und zweitens weil die Kurve keine Dauern darstellt. Anderseits ist es offenbar, daß die Kurven bezüglich der grundsätzlichen Darstellungsart verwandt sind. Wenn nämlich die Meßzeit t_m des Maximumzählers, die hier gleich einer Viertelstunde vorausgesetzt wurde, kleiner gewählt wird, nähert sich die Kurve *b* in Abb. 2 die Dauerkurve *a*, die somit auch als Grenzkurve für $t_m \to 0$ definiert werden kann.

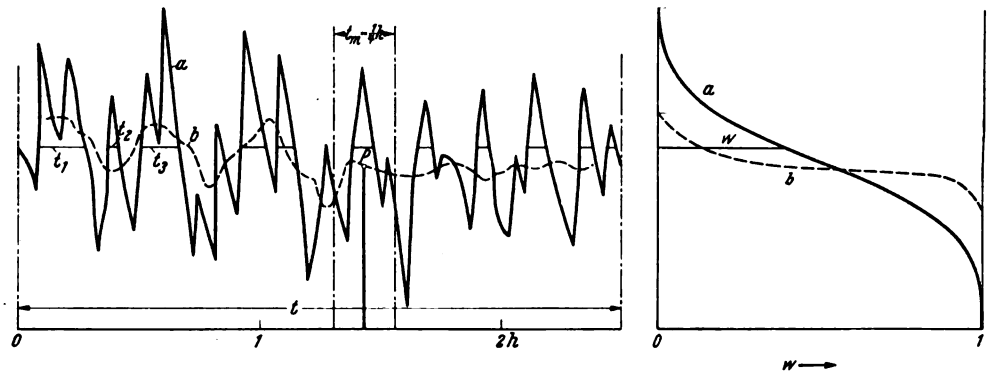


Abb. 1 u. 2. Zeitkurven (Abb. 1) und Wahrscheinlichkeitskennlinien (Abb. 2) der Augenblickswerte (*a*) bzw. der Viertelstundenwerte (*b*) einer schwankenden Belastung. $w = \frac{t_1 + t_2 + \cdots}{t}$.

Um Benennungen zu erhalten, welche die grundsätzliche Ähnlichkeit der beiden Darstellungen zum Ausdruck bringen, aber gleichzeitig eine deutliche Unterscheidung der beiden Kurven ermöglichen, geht man zweckmäßig von folgender gemeinsamen Eigenschaft der beiden Darstellungen aus: Die Abszissen der Kurven stellen die Wahrscheinlichkeiten *w* dar, daß wahllos herausgegriffene Werte der Veränderlichen größer als die entsprechenden Ordinatenwerte sind. Der Unterschied zwischen den beiden Kurven besteht demnach darin, daß das eine Mal die Augenblickswerte, das andere Mal die Viertelstundenwerte als „Veränderliche" betrachtet werden.

Mit Rücksicht darauf, daß die Kurven somit die Wahrscheinlichkeiten verschieden großer Werte kennzeichnen, ein Umstand, der übrigens für viele Betrachtungen bezüglich der Belastungsüberlagerung sehr aufschlußreich ist, hat der Verfasser vorgeschlagen[4]), Kurven der betreffenden Art ganz allgemein als Wahrscheinlichkeitskennlinien oder kürzer — wenn Verwechslungen ausgeschlossen sind — als Kennlinien der betreffenden Veränderlichen zu bezeichnen. Die Kurve *b* in Abb. 2 sollte demnach als (Wahrscheinlichkeits-)Kennlinie der Viertelstundenwerte, die Kurve *a* als Kennlinie der Augenblickswerte der Belastung oder schlechthin als Kennlinie der Belastung bezeichnet werden, wenn nicht für die letzte Kurve der Name Dauerlinie bevorzugt wird.

Åbo, den 8. 5. 1937. Jarl Kuusinen VDE.

[4]) Wahrscheinlichkeitsberechnungen in der Kraft- und Wärmetechnik, Acta Acad. Aboensis, Math. et Phys. IX, 6, Åbo Akademie, Åbo (Finnland) 1936. Siehe auch Arch. Wärmewirtsch. 18 (1937) S. 115.

Stellungnahme zur Zuschrift des Herrn Jarl Kuusinen.

Daß die „Dauerkurve" einer Belastung je nach Länge der Meßperiode verschieden ausfällt, ist natürlich richtig, und zwar wirkt eine Verkürzung der Meßperiode im allgemeinen derart, daß die relative Anzahl der hohen und niedrigen Werte auf Kosten der mittleren Werte zunimmt. Folglich wird bei einer Verlustberechnung immer ein kleiner Fehler auftreten, wenn man von einer „Viertelstundenkurve" ausgeht. Dieser Fehler dürfte aber — von Sonderfällen abgesehen — für praktische Zwecke vernachlässigbar sein, da er kleiner sein wird als diejenigen Fehler, die man allgemein aus anderen Gründen bei der Verlustberechnung begeht. Auch wenn die Belastung innerhalb jeder Viertelstunde um ± 25% vom Mittelwert geradlinig schwanken würde, beträgt der Fehler nur etwa 2%, und bei einer Schwankung von ± 10% sogar nur etwa 0,3%. Die durchschnittliche Schwankung innerhalb der Viertelstunden dürfte wohl bei Großkraftübertragungen eher bei dem niedrigeren als bei dem höheren obiger Werte liegen.

Anders können die Verhältnisse z. B. bei Walzwerken und elektrischen Bahnen liegen, besonders wenn die Gesamtbelastung aus einer verhältnismäßig geringen Anzahl Elementarbelastungen besteht. In solchen Fällen kann für Verlustberechnungszwecke eine kürzere Meßzeit erforderlich sein. Der in meinem Aufsatz beschriebene Dauerzähler läßt sich auch für solche kurzzeitige Messung einrichten, notwendigenfalls sogar für 1 min-Messung, obwohl das Gerät in diesem Falle teurer als für gewöhnliche Viertelstundenmessung wird.

Was schließlich die Benennung betrifft, bin ich mit Herrn Prof. Kuusinen darüber einig, daß es grundsätzlich als wünschenswert erscheint, über verschiedene Benennungen für die verschiedenen „Dauerkurven" zu verfügen. Anderseits glaube ich, daß das Wort „Dauerkurve" sich zu fest eingebürgert hat, als daß eine andere Benennung Aussicht hätte, allgemeine Verwendung zu finden. Wenigstens dürfte dieses mit dem in meinem eigenen Lande verwendeten entsprechenden Wort („varaktighetskurva", wörtlich übersetzt = Dauerkurve) der Fall sein. Die Länge der Meßperiode kann notwendigenfalls durch Hinzufügung der Worte „auf Viertelstundenmittelwerte bezogen" o. dgl. angegeben werden.

Stockholm, 12. 6. 1937. W. Borgquist.

Nachtrag zu der Arbeit von F. Oertel in der ETZ 57 (1936) S. 1413. 621. 34

In dem aus einem Vortrage hervorgegangenen Aufsatz „Wege und Ziele der heutigen Elektroantriebstechnik" war u. a. der Regelantrieb der Ringspinnmaschine behandelt worden. Hierzu sei noch nachgetragen, daß Abb. 9 auf S. 1416 einer Werbeschrift aus dem Jahre 1908 entnommen ist, in der die von BBC entwickelte Theorie der Drehzahlregelung zum Ausgleich der Fadenzüge beim Spinnen auf Ringspinnmaschinen bekanntgegeben wurde.

Berlin, 30. 10. 1937. F. Oertel VDE.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Oberregierungsrat Dr. Alfred Schulze, Berlin W 50, Pragerstr. 2.
Dipl.-Ing. M. Kersten, Berlin-Siemensstadt, Rohrdamm 51.
Ing. E. Heide VDE, Königswusterhausen, Karlstr. 1.
Direktor J. von Rautenkrantz VDE, Mailand (6/3), Via Monferrato 2.

Abschluß des Heftes: 17. Dezember 1937.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Wissenschaftliche Leitung: Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

58. Jahrgang | Berlin, 30. Dezember 1937 | Heft 52

Ein Jahr Obusbetrieb in Oldenburg.

Eine technische und wirtschaftliche Bilanz.

Von E. Schiemann VDE, Mannheim.

621. 335. 4. 033. 11 : 629. 1–45

Übersicht. **Die Kosten des 1. Betriebsjahres wurden zusammengestellt und daraus die Wirtschaftlichkeit des Obusbetriebes errechnet.**

Die vier Obuslinien der Oldenburger Vorortbahnen bedienen zwar nur einen Teil des gesamten dortigen Verkehrs, können aber infolge ihrer Lage zueinander und ihrer gegenseitigen Verbundenheit als ein in sich geschlossenes Netz betrachtet werden. Es ist das erstemal in Deutschland, daß der Obus auf diese Weise eingesetzt, eine Beurteilung seiner Wirtschaftlichkeit und seiner technischen Zuverlässigkeit gestattet; und es darf gleich vorausgenommen werden: er hat nach keiner Richtung enttäuscht.

Abb. 1. Oldenburger Obus am Markt.

Technische Betriebszahlen.

Von den rd. 525 000 Wagenkilometern des ersten Betriebsjahres entfallen im Mittel 75 000 km auf jedes der sieben Fahrzeuge (Abb. 1); dies entspricht einer täglichen Leistung von rd. 200 km je Wagen. Da jedoch meistens nur vier Wagen ganztägig im Betrieb sind, während die drei weiteren erst am Mittag eingesetzt werden, liegen die wirklichen Kilometerleistungen der Fahrzeuge jeden zweiten Tag bei etwa 300 km. Am Vormittag werden die jeweils ruhenden Wagen einer kurzen Durchsicht unterzogen, so daß es gelungen ist, ohne zeitraubende Zwischeninstandsetzungen auszukommen. Die Wartung aller sieben Fahrzeuge konnte von einem Mann unter Hilfeleistung eines Lehrlings während des ganzen Betriebsjahres durchgeführt werden.

Die Motoren erforderten überhaupt keine Arbeit; nicht einmal eine Motorkohle ist ausgewechselt worden. Die selbsttätigen achtstufigen Fahrschalter mit Drehmagnetantrieb haben sich gut bewährt. Der Kontaktabbrand war sehr gering; auf 20 000 Wkm nur ein Kontaktpaar im Werte von 0,60 RM. Betriebsstörungen sind nicht aufgetreten. Die übrigen Teile der elektrischen Ausrüstung haben ebenfalls einwandfrei gearbeitet.

Die anfangs hier und da aufgetretenen Stangenentgleisungen haben sich im gleichen Maß, wie die Sicherheit der Fahrer wuchs, vermindert; es kann auf Grund der gesammelten Erfahrungen gesagt werden, daß es nur vom Geschick des Fahrers abhängt, sie ganz zu vermeiden. Die Ergebnisse mit Kohleeinsatz im Schleifschuh sind in jeder Beziehung befriedigend ausgefallen; die Schleifschuhe gleiten fast geräuschlos, die Fahrleitung bedarf keiner Schmierung mehr, sie ist blank poliert und zeigt bis jetzt keine meßbaren Spuren von Abnutzung. Da nur die Kohleeinsätze dem Verschleiß unterworfen sind, ist ein Ersatz der Schleifschuhe nicht mehr nötig. Die Kohleeinsätze sind billig in der Beschaffung und einfach einzubauen, so daß sich die Unterhaltungskosten der Kontaktteile sehr niedrig stellen. Bei den Stangen hat sich die Isolierung des oberen Teiles durch übergezogene Preßstoffrohre besser bewährt als die Umpressung mit Isoliermasse, die leicht abbröckelt und nur sehr kostspielig wiederherzustellen ist.

Sehr günstig gestaltete sich der Reifenverbrauch. Die Profile sind nach einer Laufleistung von 75 000 km noch so wenig angegriffen, daß man mit einer Lebensdauer von 120 000 bis 150 000 km rechnen kann. Diese gute Leistung dürfte vor allem der stoßfreien Anfahrt der Wagen zuzuschreiben sein.

Die vollselbsttätigen Gleichrichterstationen erfordern außer der üblichen Reinigung keinerlei Wartung. Die Lebensdauer der Glaskolben, die bis jetzt je rd.

Digitized by Google

8000 Betriebsstunden hinter sich haben, läßt sich schwer voraussagen. Man dürfte jedoch, weiterhin normale Beanspruchung vorausgesetzt, mit 30 000 bis 40 000 Betriebsstunden rechnen können.

Auch die Unterhaltungskosten der Fahrleitung unterschritten die vorausberechneten Werte, obwohl das gesamte Netz mit 24 Weichen, darunter die Hälfte elektrisch ferngesteuert, sehr vielgestaltig ausgeführt wurde. Es ist auch noch zu berücksichtigen, daß verschiedene neue Konstruktionselemente erstmalig in einer Obusfahrleitung eingebaut wurden. Die durch ihre Einfachheit verblüffenden Fahrdrahtendschleifen mit nur einem Mittelmast haben sich als zweckmäßig und betriebssicher erwiesen.

Wirtschaftliche Betriebszahlen.

Die Stromverbrauchswerte liegen außerordentlich günstig und sind für die wirtschaftliche Beurteilung deshalb besonders wertvoll, weil sie Mittelwerte eines einjährigen Betriebes unter den verschiedensten Verhältnissen (Witterung, Besetzung, Verkehr, Spannungsschwankungen usw.) sind und daher jedem mehr oder weniger theoretischen Ergebnis von Meßfahrten vorgezogen werden müssen. Da im praktischen Betrieb die Ablesung des Verbrauchs am Zähler des Unterwerks gleichstromseitig erfolgte, enthalten die nachstehenden Werte auch die im Fahrleitungsnetz auftretenden Energieverluste. Obwohl also der wirkliche Arbeitsverbrauch des einzelnen Fahrzeugs, am Stromabnehmer gemessen, noch um einige Prozent geringer ist, wird nur der im Unterwerk abgelesene Verbrauch einer wirtschaftlichen Betrachtung gerecht, weil er dem entspricht, was das Bahnunternehmen tatsächlich bezahlen muß. In den am Zähler abgelesenen Werten ist natürlich auch der Verbrauch für Beleuchtung und Heizung der Wagen und des elektrisch angetriebenen Luftpressers enthalten, sowie der auftretende Mehrverbrauch bei Betrieb mit Anhängewagen. Diese wurden im Sommer auf etwa 1 %, im Winter auf etwa 3,5 % aller Wagen-km mitgeführt. Der Stromverbrauch je Triebwagenkilometer betrug im Sommer 0,96 kWh, im Winter 1,34 kWh, woraus sich ein Jahresmittel von 1,15 kWh/Wagen-km ergibt. Der Wh-Verbrauch je tkm läßt sich leider nicht einwandfrei ermitteln, da stichhaltige statistische Unterlagen für die Wagenbesetzung auf den einzelnen Strecken nicht bestehen. Man kann jedoch unter Verwendung der Sommerwerte, die infolge des geringsten Bedarfs an Beleuchtung und wegen des Wegfalls der Heizung zur Berechnung dieses rein gewichtsmäßig interessierenden Wertes verwendet werden sollen, und unter der Annahme einer 20 %-Ausnutzung der Wagenplätze bzw. des sich daraus ergebenden Gesamtwagengewichtes von rd. 8 t, einen Verbrauch von 115 bis 120 Wh/tkm als Norm annehmen. Bei einem Preis von 6,25 Rpf/kWh ergeben sich rd. 7,2 Rpf/Wagen-km Stromkosten. Für die Unterhaltung der Wagen (Löhne und Ersatzteile) wurden 0,6 Rpf/Wagen-km, für die Fahrleitung 0,5 Rpf/Wagen-km ausgegeben. Die Kosten für die Bereifung müssen mit rd. 1,2 Rpf/Wagen-km eingesetzt werden. Der Aufwand für die Unterhaltung der Gleichrichterstationen mit 0,2 Rpf/Wagen-km ist bereits im Strompreis enthalten. Rechnet man noch für Schmier- und Putzmittel 0,1 Rpf/Wagen-km, so ergeben sich 9,6 Rpf/Wagen-km für sogenannte „veränderliche" Kosten, die also abhängig sind von der tatsächlich gefahrenen Kilometerzahl.

Diese Werte dürften unter gleichen Betriebsverhältnissen von keiner anderen Fahrzeuggattung zu unterbieten sein. Berücksichtigt man noch, daß der Obus mit 75 000 Wagen-km/Jahr seine Höchstleistung keinesfalls erreicht hat, sondern ohne Zweifel 100 000 bis 120 000 Wagen-km/Jahr zu leisten imstande ist, so ist daraus die technische und wirtschaftliche Überlegenheit dieses Fahrzeugs zu erkennen.

Zusammenfassung.

Nach den in Oldenburg gemachten Erfahrungen besteht wohl kaum noch ein Zweifel, daß alle Städte mit mittlerer Verkehrsdichte bei Neuentwicklung oder Umgestaltung ihrer Verkehrsmittel sich für Obusbetrieb entscheiden sollten.

Über metallische elektrische Widerstandswerkstoffe.

Von Alfred Schulze, Berlin.

(Schluß von S. 1364.)

621. 316. 84

II. Widerstandswerkstoffe für technische Widerstände.

Für die technischen Widerstände, d. h. für Belastungs- und Heizwiderstände, ist eine große Reihe von Widerstandsstoffen im Handel. Um einen Überblick zu erhalten, teilt man sie am besten in drei Gruppen ein:

1. Kupferlegierungen,
2. Chrom-Nickel-Legierungen,
3. Chrom-Eisen-Legierungen.

1. Kupferlegierungen.

Früher, als die Ansprüche an derartige Widerstandslegierungen noch gering waren, wurden vielfach Kupfer-Nickel-Legierungen mit Zinkzusatz benutzt. Sie waren unter dem Namen Neusilber, Argentan, auch Nickelin zu haben und hatten eine durchschnittliche Zusammensetzung von 60 % Kupfer, 20 % Nickel und 20 % Zink. Der spezifische Widerstand dieser Neusilberlegierung schwankt je nach der Zusammensetzung zwischen 0,30 und 0,40 $\Omega\,mm^2/m$ bei 20 °, der Temperaturkoeffizient beträgt 0,2 bis 0,3 ‰ (vgl. Zahlentafel 1). Das Zink ist jedoch in höheren Temperaturen chemischen Einflüssen gegenüber sehr empfindlich, so daß es besser ist, den Zinkzusatz zu vermeiden.

Der bekannteste und heute viel benutzte Widerstandswerkstoff, der zur Gruppe der Kupfer-Nickel-Legierungen gehört, ist das Konstantan. Es besteht aus 54 % Kupfer und 46 % Nickel; oft ist noch 1 % Mangan hinzugefügt. Dieser Widerstandswerkstoff wurde erstmalig von einer westfälischen Firma hergestellt, und dieser Firma ist die Bezeichnung „Konstantan" gesetzlich als Wortzeichen geschützt. Der gleiche Werkstoff ist aber auch unter anderem Namen im Handel. Konstantan wird vielfach für Meßwiderstände verwendet; es ist leichter auf dünne Durchmesser zu ziehen als Manganin und läßt sich weichlöten. Benutzt man es jedoch für Heizwiderstände, so sollte als höchste Arbeitstemperatur 400 ° nicht überschritten werden. Dieser Werkstoff besitzt im Gegensatz zu Manganin eine sehr hohe Thermokraft gegen Kupfer (— 40 µV/° C). Daher ist Konstantan bei geringen Spannungen, also beispielsweise beim Bau von Temperaturmeßgeräten, vollkommen unbrauchbar. Der Widerstand ändert sich über ein größeres Temperaturgebiet nur sehr wenig; er nimmt zunächst ab (vgl. Abb. 8), um bei etwa 400 ° C wieder denselben Wert wie bei Raumtemperatur zu erreichen. Die Widerstandsabnahme zwischen 20 und 100 ° C beträgt etwa 0,3 %. Dieser negative Temperaturkoeffizient ist kennzeichnend für Konstantan; man macht

Digitized by Google

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung und physikalische Eigenschaften von metallischen elektrischen Widerstandswerkstoffen.

Werkstoff	chemische Zusammensetzung	spezif. Widerstand bei 20° $\Omega \frac{mm^2}{m}$	Widerstandstemperaturkoeffizient bei 20°	linearer Ausdehnungskoeffizient zwischen 20 u. 100° C	spezif. Wärme $\frac{cal}{Grad}$	Dichte $\frac{g}{cm^3}$	Schmelzpunkt °C	höchste zulässige Gebrauchstemperatur °C
Manganin	86% Cu; 12% Mn; 2% Ni	0,43	0,003 bis $0{,}02 \cdot 10^{-3}$	$18{,}1 \cdot 10^{-6}$	—	8,4	960	—
Gold-Chrom-Legierung	97,9% Au; 2,1% Cr	0,33	$-0{,}001$ bis $+0{,}001 \cdot 10^{-3}$	—	—	—	—	—
Neusilber	60% Cu; 20% Ni; 20% Zn	0,35	$0{,}3 \cdot 10^{-3}$	$18 \cdot 10^{-6}$	0,095	8,6	1000	350
Nickelin (zink- und eisenfrei)	67% Cu; 30···31% Ni; 2···3% Mn	0,40	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$	$16 \cdot 10^{-6}$	0,095	8,8	1200	350···400
Konstantan	54% Cu; 46% Ni	0,50	$-0{,}04 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-6}$	0,098	8,9	1275	400···500
Isabellin	Al-haltiges Mn—Cu	0,50	$-0{,}02 \cdot 10^{-3}$	$16 \cdot 10^{-6}$	0,101	8,0	940	—
Chrom-Nickel-Legierung (eisenfrei)	80% Ni; 20% Cr	1,05	$0{,}13 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-6}$	0,105	8,4	1400	1150
Chrom-Nickel-Legierung (eisenhaltig)	60···65% Ni; 15···20% Fe; 15···19% Cr	1,1	$0{,}15 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-6}$	0,11	8,2	1390	1050
Megapyr	65% Fe; 30% Cr; 5% Al	1,4	$0{,}04 \cdot 10^{-3}$	$15{,}5 \cdot 10^{-6}$	0,125	7,1	1500	1300
Kanthal (A 1)	Fe; Cr; Al; Co	1,45	$0{,}06 \cdot 10^{-3}$	$17 \cdot 10^{-6}$	—	7,1	1500	1300

häufig davon Gebrauch, beispielsweise um die Widerstandserhöhung eines Kupferwiderstandes auszugleichen.

Beim Konstantan hängt die Widerstandsänderung von der mechanischen Vorgeschichte ab. Aus Untersuchungen von Spilsbury[16]) im National Physical Laboratory in Teddington bei London zeigte sich, daß bei Konstantan-

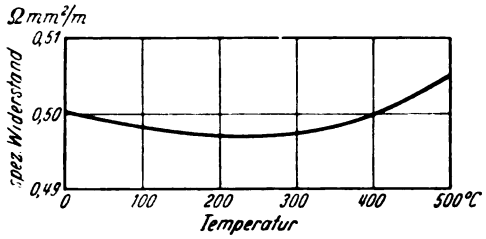


Abb. 8. Spezifischer Widerstand von Konstantan, abhängig von der Temperatur.

drähten, die von 0,76 bzw. 0,91 mm Dmr. bis auf 0,1 mm unter verschiedenen Zwischenglühungen heruntergezogen und hernach zwischen 600 und 800 ° C geglüht waren, der Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes durch das Ziehen kontinuierlich immer stärker negativ wird. Die Festigkeitseigenschaften des Konstantans bei Raumtemperatur im geglühten Zustande sind in der Zahlentafel 2 angegeben.

Zahlentafel 2. Festigkeitseigenschaften von Widerstandswerkstoffen bei Raumtemperatur (in geglühtem Zustande).

Werkstoff	Zerreißfestigkeit kg/mm²	Bruchdehnung*) %
Manganin	50 ··· 55	25
Isabellin	50 ··· 55	25
Nickelin	40 ··· 44	15 ··· 33
Konstantan	48 ··· 50	25 ··· 35
Chrom-Nickel-Legierung (eisenfrei)	72 ··· 74	18 ··· 30
Chrom-Nickel-Legierung (eisenhaltig)	68 ··· 72	20 ··· 30
Megapyr	72	15

*) Je nach Drahtdicke und Meßlänge.

Wesentlich ist natürlich auch das mechanische Verhalten bei hohen Temperaturen. Abb. 9 zeigt die Abhängigkeit der Festigkeit und der Dehnung des Konstantans von der Temperatur. Die physikalischen Eigenschaften des Konstantans sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt.

In diese Gruppe gehört ferner der neuerdings als Nickelin bezeichnete Widerstandswerkstoff, der zink- und eisenfrei ist; er enthält im Durchschnitt 67 % Kupfer, 30 bis 31 % Nickel und als Zusatz 2 bis 3 % Mangan. Der spezifische Widerstand (vgl. Zahlentafel 1) ist kleiner als der des Konstantans, anderseits ist der Temperaturkoeffizient größer. Diese Legierungen dürfen thermisch nicht so hoch belastet werden wie Konstantan. Über die mechanischen Eigenschaften siehe Zahlentafel 2.

Auch die Kupfer-Mangan-Legierungen hat man für Widerstände benutzt; erwähnt sei das früher häufig verwendete Kulmiz. Kürzlich ist eine neue Widerstandslegierung in den Handel gekommen, die den Namen Isabellin führt. Sie ist ein aluminiumhaltiges Mangankupfer mit einem spezifischen Widerstand von 0,50 Ω mm²/m; der Widerstandstemperaturkoeffizient ist sehr klein, in der Umgebung der Raumtemperatur etwa $-0{,}02 \cdot 10^{-3}$. Der Verlauf des elektrischen Widerstandes

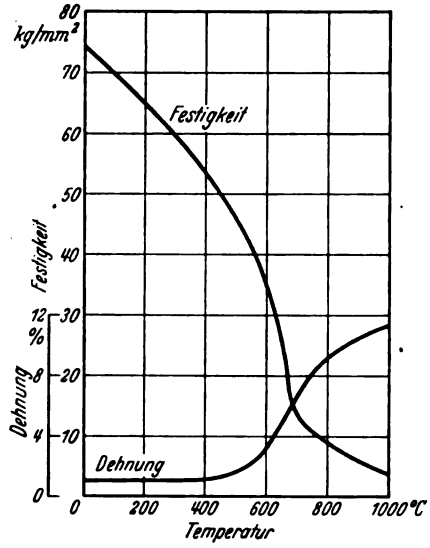


Abb. 9. Festigkeit und Dehnung von Konstantan in Abhängigkeit von der Temperatur bei hartgezogenem Draht (1 mm Dmr.).

ist dem des Manganin sehr ähnlich; nur liegt das Maximum der Widerstands-Temperatur-Kurve unterhalb der Raumtemperatur, während es beim Manganin im allgemeinen zwischen 30 und 40 ° liegt (s. oben). Die physikalischen Eigenschaften des Isabellin sind in der Zahlentafel 1 angegeben. Dieser Werkstoff hat die wertvollen Eigenschaften der Mangan-Kupfer-Legierungen, deren Festigkeit erst bei verhältnismäßig hohen Temperaturen merklich abnimmt. Noch bei 300 ° haben die Isabellindrähte praktisch die gleiche Festigkeit wie bei Raumtemperatur. Bei weichgeglühten Drähten beträgt die Zer-

[16]) R. S. Spilsbury, J. sci. Instrum. 6 (1929) S. 357.

Digitized by Google

reißfestigkeit etwa 55 kg/mm² bei einer Dehnung von etwa 25 % (vgl. Zahlentafel 2). Für Dauerbelastung hält Isabellin eine Temperatur von 300 ° aus. Der Werkstoff enthält kein Nickel, was in der heutigen Zeit besonders wichtig ist.

2. Chrom-Nickel-Legierungen.

Die Chrom-Nickel-Legierungen haben sich als Widerstandswerkstoffe außerordentlich gut bewährt. Ihr spezifischer Widerstand ist erheblich größer als der der

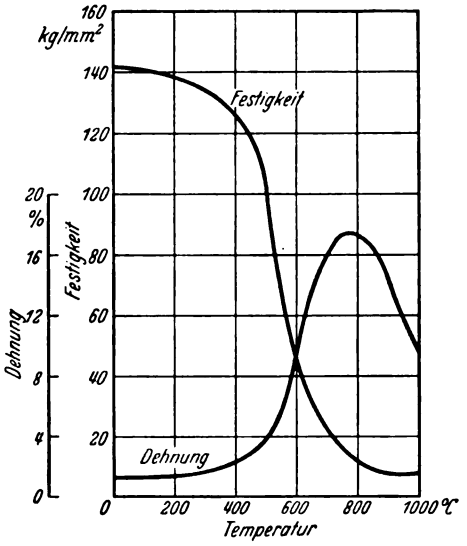
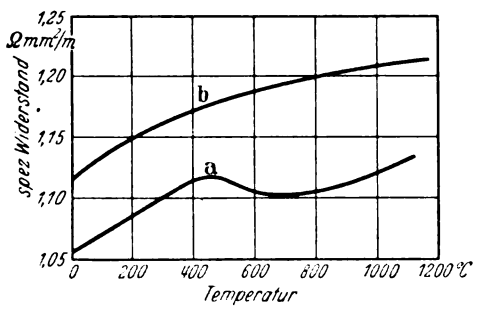


Abb. 10. Festigkeit und Dehnung von eisenfreiem Chromnickel in Abhängigkeit von der Temperatur (hartgezogener Draht, 0,2 mm Dmr.).

Kupferlegierungen, und vor allem besitzen sie eine hervorragende Hitzebeständigkeit. Man unterscheidet bei den Chrom-Nickel-Legierungen zwei Gruppen, die eisenfreien und die eisenhaltigen Legierungen. Der Eisengehalt erhöht vor allem den spezifischen Widerstand; die Glühbeständigkeit wird hierdurch kaum beeinträchtigt, da sie in erster Linie vom Chromgehalt abhängt.

Die eisenfreien Chrom-Nickel-Legierungen enthalten durchschnittlich 80 % Nickel und 20 % Chrom; manchmal befindet sich auch ein Zusatz von 1 bis 3 % Mangan darin. Sehr günstig sind ihre mechanischen



a eisenfreie Chrom-Nickel-Legierungen
b eisenhaltige Chrom-Nickel-Legierungen

Abb. 11. Spezifischer Widerstand von Chrom-Nickel-Legierungen in Abhängigkeit von der Temperatur.

Eigenschaften. Während die Zerreißfestigkeit der oben angegebenen Kupfer-Widerstandslegierungen (Nickelin, Konstantan usw.) bei Raumtemperatur im ausgeglühten Zustande im allgemeinen zwischen 40 und 50 kg/mm² liegt, beträgt sie bei den eisenfreien Chrom-Nickel-Legierungen etwa 72 bis 74 kg/mm² (vgl. Zahlentafel 2). Die Bruchdehnung liegt je nach der Drahtdicke und Meßlänge zwischen 18 und 30 %. Im hartgezogenen Zustand erhöht sich die Festigkeit auf 120 bis 140 kg/mm² und die Dehnung fällt auf etwa 3 %. Wichtig ist bei diesen Legierungen, die ja vor allem in höheren Temperaturen verwendet werden sollen, das mechanische Verhalten in solchen Temperaturgebieten. Wie man aus Abb. 10 ersieht, ist dies ebenfalls sehr günstig.

Die physikalischen Eigenschaften dieser Widerstandslegierungen, die von den einzelnen Firmen unter sehr verschiedenen Namen (z. B. Chromin 100, Hawe 105, Cekas II, CrNni, C 00) im Handel zu haben sind, sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt. Der spezifische Widerstand beträgt etwa 1,05 Ω mm²/m; die zulässige Höchsttemperatur liegt für diese Legierungen bei 1100 bis 1150 ° C. Der Widerstand ändert sich nur wenig mit steigender Temperatur entsprechend dem hohen spezifischen Widerstand bei Raumtemperatur. In Abb. 11 (Kurve a) ist seine Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt. Hiernach ändert sich der Widerstand eines Drahtes bei Erhitzung von Raumtemperatur bis auf 500 ° C nur um 4,9 % und bei Erhitzung auf 1000 ° um 5,5 %. In der Umgebung der Raumtemperatur beträgt der Widerstandstemperaturkoeffizient 0,14 ‰.

Eine Verbesserung dieses Werkstoffes wird durch Schmelzen und Gießen im Vakuum erreicht. Hierdurch werden Einschlüsse und Schlacken stark vermindert, und somit sind die Korngrenzen vor allem frei von nichtmetallischen Häutchen. Da die Oxydation der Chrom-Nickel-Legierung im Gebrauch in erster Linie auf den Korngrenzen fortschreitet, sind dadurch für die vakuum-

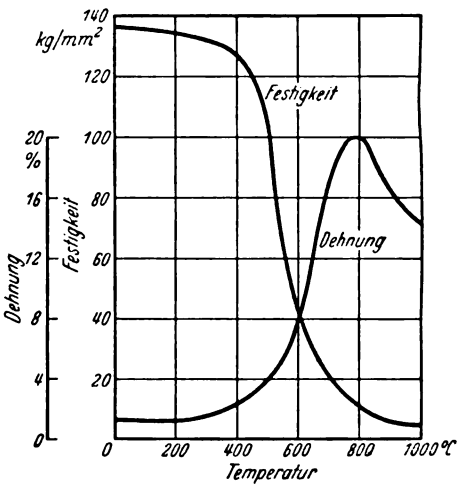


Abb. 12. Festigkeit und Dehnung von eisenhaltigem Chromnickel in Abhängigkeit von der Temperatur (hartgezogener Draht, 0,2 mm Dmr.).

geschmolzenen Legierungen günstige Bedingungen für eine hohe Hitzebeständigkeit und eine große Lebensdauer gegeben[17]).

Bei den eisenhaltigen Chrom-Nickel-Legierungen ist der spezifische Widerstand etwas höher infolge des Eisengehaltes, der durchschnittlich 15 bis 20 % beträgt. Die zulässige Höchstgrenze für die Gebrauchstemperatur dürfte etwa 1000 °, zuweilen auch 1050 ° sein. Die Zahlentafel 1 enthält die physikalischen Eigenschaften einer eisenhaltigen Chrom-Nickel-Legierung. Es gibt auch hier eine Reihe von Widerstandslegierungen, die verschiedene Namen haben (Ferrochronin, CrNiFe, Hawe 110, Cekas, Legierung B und B7M), sich in ihrem physikalischen Verhalten jedoch nur unwesentlich unterscheiden. Die Legierungen B und B7M sind vakuumgeschmolzene Widerstandslegierungen, für die entsprechendes gilt wie für die eisenfreien Chrom-Nickel-Legierungen. Die übliche Zusammensetzung dieser Legierungen ist 60 bis 65 % Nickel, 15 bis 20 % Eisen und 15 bis 19 % Chrom; häufig sind noch 2 bis 4 % Mangan hinzugefügt.

Die Festigkeitseigenschaften der eisenhaltigen Legierungen sind denen der eisenfreien ähnlich (vgl. Zahlentafel 2 und Abb. 12). Sie besitzen große Säurebeständig-

[17]) Arch. techn. Messen (1933) Z. 931—3.

Digitized by Google

keit, nur gegen Salzsäure sind sie, wie alle Chrom-Nickel-Legierungen, weniger beständig. Der spezifische Widerstand ändert sich nur wenig mit steigender Temperatur (vgl. Abb. 11, Kurve b). Der mittlere Temperaturkoeffizient beträgt:

zwischen 0 und 100 °: $\alpha = 0{,}15 \cdot 10^{-3}$
zwischen 0 und 500 °: $\alpha = 0{,}11 \cdot 10^{-3}$
zwischen 0 und 1000 °: $\alpha = 0{,}08 \cdot 10^{-3}$,

d. h., der Widerstand ändert sich bei Erhitzung von Raumtemperatur auf 100 ° um 1,2 %, bis auf 500 ° um 5,3 % und bis auf 1000 ° um 7,5 %.

Im Gegensatz zu den kurzzeitigen Zerreißversuchen ist aus Dauerversuchen die sogenannte Kriechgrenze bestimmt worden[18]) als Grenzwert der Belastung, bei der praktisch in langen Zeiträumen eine Verlängerung noch nicht auftritt. Die Werte für die Kriechgrenze, die für die Charakterisierung des Werkstoffes besonders wesentlich sind, hängen erheblich von der thermischen Vorbehandlung des Werkstoffes ab. Besonders hohe Kriechgrenze besitzt die Legierung B7M, eine eisenhaltige Chrom-Nickel-Legierung mit 7 % Molybdän (spez. Gewicht 8,4). Die Kriechgrenze beträgt:

bei 600 ° C: 9 bis 11 kg/mm²
bei 800 ° C: 1,8 „
bei 1000 ° C: 0,4 „ .

Der spezifische Widerstand dieser Legierung beträgt 1,16 Ω mm²/m; sie kann bis zu Temperaturen von 1050 ° C verwendet werden.

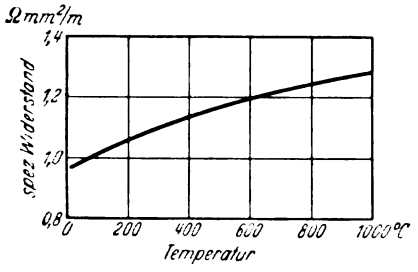


Abb. 13. Spezifischer Widerstand von nickelarmem Chromnickel in Abhängigkeit von der Temperatur.

Seit einiger Zeit gibt es im Handel eine nickelarme Chrom-Nickel-Legierung mit 20 % Nickel, 25 % Chrom und 55 % Eisen (CNE-Legierung). Ihr spezifischer Widerstand beträgt 0,97 Ω mm²/m bei 20 °. Der Temperaturkoeffizient ist größer als der der nickelreichen Chrom-Nickel-Legierungen und beträgt im Mittel etwa 0,44 ‰. Der Verlauf des spezifischen Widerstandes in Abhängigkeit von der Temperatur ist aus der Abb. 13 zu ersehen. Diese Widerstandslegierungen sind für Dauerbelastungen bis 1000 ° zu benutzen; sie besitzen eine sehr gute Warmfestigkeit. Ihr spezifisches Gewicht ist etwa 7,76; der thermische Ausdehnungskoeffizient zwischen 0 und 100 ° C beträgt $14{,}5 \cdot 10^{-6}$ und zwischen 0 und 1000 ° C $19{,}3 \cdot 10^{-6}$. Der Schmelzpunkt liegt bei etwa 1400 ° C.

3. Chrom-Eisen-Legierungen.

Die vorher besprochenen Chrom-Nickel-Legierungen sind heutzutage im Betrieb die am meisten verwendeten Widerstandsstoffe[19]). Wie wir gesehen haben, eignen sie sich jedoch für den Dauerbetrieb in Temperaturen oberhalb 1150 ° nicht mehr, da der Schmelzpunkt dieser Legierungen bereits bei etwa 1400 ° C liegt und außerdem die schützende Oxydhaut aus Nickel- und Chrom-Oxyd bei Gegenwart von Alkalien und Silikaten leicht verschlackt. Es ist daher als ein wesentlicher Fortschritt anzusehen, daß es kürzlich gelungen ist, Widerstandswerkstoffe herzustellen, die noch oberhalb 1150 ° für den Dauerbetrieb benutzt werden können. Diese Legierungen bauen sich auf dem System der Chrom-Eisen-Legierungen auf, deren Hitzebeständigkeit schon länger bekannt ist.

[18]) W. Hessenbruch, Arch. techn. Messen (1933) Z. 931—2.
[19]) Die eisenfreien Chrom-Nickel-Legierungen decken nahezu 40% des gesamten Verbrauches an metallischen Heizleitern.

Zu dieser Gruppe der Widerstandswerkstoffe gehört das Megapyr[20]); es enthält neben 65 % Eisen etwa 30 % Chrom und 5 % Aluminium. Der Schmelzpunkt liegt bei 1500 ° C[21]), und die höchste für den Dauerbetrieb zulässige Temperaturbelastung liegt bei 1300 ° C. Wie aus der Zahlentafel 1 zu ersehen ist, besitzt Megapyr den außerordentlich hohen spezifischen Widerstand von 1,4 Ω mm²/m; hiermit hängt nach dem im Anfang Auseinandergesetzten zusammen, daß der Widerstandstemperaturkoeffizient über das gesamte Temperaturgebiet sehr klein ist. Diese beiden Eigenschaften sind deutlich in der Abb. 14 im Vergleich zu denen der Chrom-Nickel-Legierungen erkennbar.

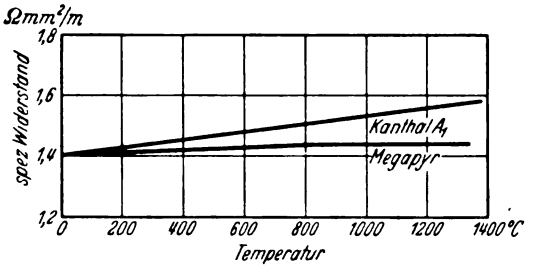


Abb. 14. Spezifischer Widerstand von Megapyr und Kanthal in Abhängigkeit von der Temperatur.

Megapyr besitzt nicht die Zähigkeit der Chrom-Nickel-Legierungen, sondern ist spröde und hart. Die Korngröße nimmt mit steigender Glühtemperatur sehr stark zu. Die mechanische Festigkeit, die im ungeglühten Zustande etwa 130 kg/mm² beträgt, fällt nach Glühung bei 1200 ° C auf etwa 70 kg/mm². Die Dehnung hat ein ausgesprochenes Maximum bei 800 °. Der Widerstandswerkstoff hat in dem Gebiet der hohen Temperaturen eine geringere Warmfestigkeit als austenitische Legierungen, was wegen des Charakters als ferritische Legierung erklärlich ist. Hierauf muß bei der Konstruktion der Öfen und bei der Anordnung der Heizwendel Rücksicht genommen werden. Die große Hitzebeständigkeit des Megapyr zeigt sich darin, daß die Lebensdauer dieser Legierung bei 1200 ° etwa das

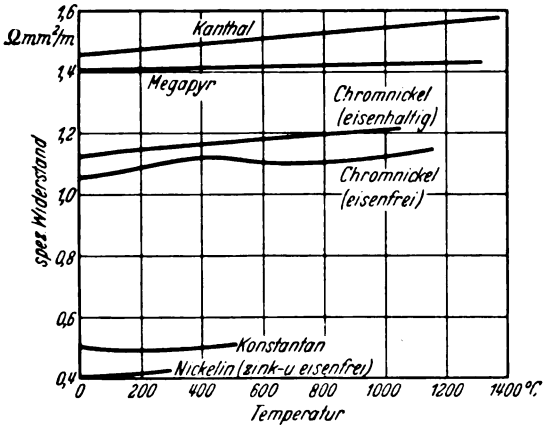


Abb. 15. Spezifischer Widerstand der Haupttypen der einzelnen Gruppen von Widerstandswerkstoffen in Abhängigkeit von der Temperatur.

2½fache derjenigen der eisenfreien Chrom-Nickel-Legierungen beträgt. Da es weder Nickel noch Kobalt enthält, ist ihm auch eine größere Beständigkeit gegen Schwefelangriff eigen. Außerdem hat die Nickelfreiheit in der gegenwärtigen Zeit besondere rohstoffwirtschaftliche Bedeutung. Megapyr läßt sich auch ähnlich wie Chrom-Nickel schweißen.

Ein dem Megapyr sehr ähnlicher Widerstandswerkstoff, der ebenfalls zu der Gruppe der Chrom-Eisen-Legie-

[20]) A. Grunert, W. Hessenbruch u. K. Ruf, Metallwirtsch. 12 (1933) S. 707. A. Grunert, W. Hessenbruch u. K. Schichtel, Elektrowärme 5 (1935) S. 3. W. Hessenbruch, Elektrowärme 7 (1937) S. 3.
[21]) F. Hoffmann u. A. Schulze, Phys. Z. 35 (1934) S. 881.

Digitized by Google

rungen gehört, ist das Permatherm, das Alsichrom, auch die CAF-Legierung, die nahezu die gleichen physikalischen und mechanischen Eigenschaften besitzen wie das Megapyr.

Ferner sollen noch die hierher gehörenden Kanthal-Legierungen angeführt werden. Ihre Hauptbestandteile sind ebenfalls Eisen, Chrom, außerdem Kobalt und Aluminium. Der Schmelzpunkt liegt ebenfalls bei 1500 ° C[22]). Besonders die Widerstandslegierung Kanthal A 1 ist für die Verwendung bei Temperaturen bis 1300 ° geeignet. Der spezifische Widerstand bei 20 ° beträgt 1,45 Ω mm²/m (vgl. Zahlentafel 1); bei 1000 ° ist er 1,54 und bei 1300 ° bereits 1,57 Ω mm²/m. Wie aus Abb. 14 zu ersehen ist, verläuft die Kurve des spezifischen Widerstandes noch oberhalb der des Megapyr. Der Widerstandstemperaturkoeffizient beträgt $0{,}06 \cdot 10^{-3}$. Weitere physikalische Eigenschaften sind aus der Zahlentafel 1 zu ersehen. Im übrigen ist das mechanische Verhalten des Kanthals dem des Megapyr sehr ähnlich, so daß nicht weiter darauf eingegangen zu werden braucht.

Zu der Gruppe der Chrom-Eisen-Legierungen gehören ferner die sog. CRA-Legierungen; diese enthalten 77,5% Eisen, 20 % Chrom und 2,5 % Aluminium bzw. 86 % Eisen, 12% Chrom und 2 % Aluminium und haben einen spezifischen Widerstand von 1,1 Ω mm²/m. Letzterer ist ebenso groß wie der der Chrom-Nickel-Legierungen. Infolgedessen kann eine CRA-Legierung bei einem Heizwiderstand oder bei einer Ofenwicklung ohne weiteres an die Stelle einer Chrom-Nickel-Legierung gesetzt werden. Die CRA-Legierungen sind bis 1250 ° bzw. bis 1050 ° C bei Dauerbelastung zu verwenden. Da sie ebenfalls ferritisch sind, entsprechen die mechanischen Eigenschaften denen der anderen Chrom-Eisen-Legierungen.

Sind nun Widerstandswerkstoffe erforderlich für Temperaturen, in denen die Eisen-Chrom-Legierungen nicht mehr verwendet werden können, so ist man im allgemeinen auf Edelmetalle, in erster Linie auf Platin, angewiesen. Um etwas günstigere Bedingungen zu schaffen, hat man statt Platin eine Platin-Rhodium-Legierung benutzt.

[22]) F. Hoffmann u. A. Schulze, Phys. Z. 35 (1934) S. 881.

Der Vollständigkeit halber soll noch eine andere Gruppe von Widerstandswerkstoffen erwähnt werden; das sind Siliziumkarbid und außerdem Graphit und Kohle, die besonders in dem Gebiet der höchsten Temperaturen Verwendung finden. So erreicht beispielsweise ein Tammann-Ofen, in dem ein Graphitrohr als Kurzschlußwiderstand eingeschaltet ist, Temperaturen bis zu 3000 ° C. Näher auf diese Werkstoffe einzugehen, liegt außerhalb des Rahmens unserer Betrachtungen.

Um nun zum Schluß einen Überblick über die gebräuchlichen Typen der Widerstandswerkstoffe zu geben, sind in der Abb. 15 die Widerstandskurven für die verschiedenen Legierungsgruppen zusammengestellt. Man erkennt hier sofort die Einteilung in drei Gruppen, so wie sie in obigem besprochen worden sind. Die Kurven sind bis zur höchsten Gebrauchstemperatur ausgezogen. Die graphische Darstellung bildet eine gute Ergänzung zur Zahlentafel 1, in der die für die Untersuchung von elektrischen Widerstandswerkstoffen wichtigen physikalischen Eigenschaften der einzelnen Widerstandslegierungen zusammengestellt sind.

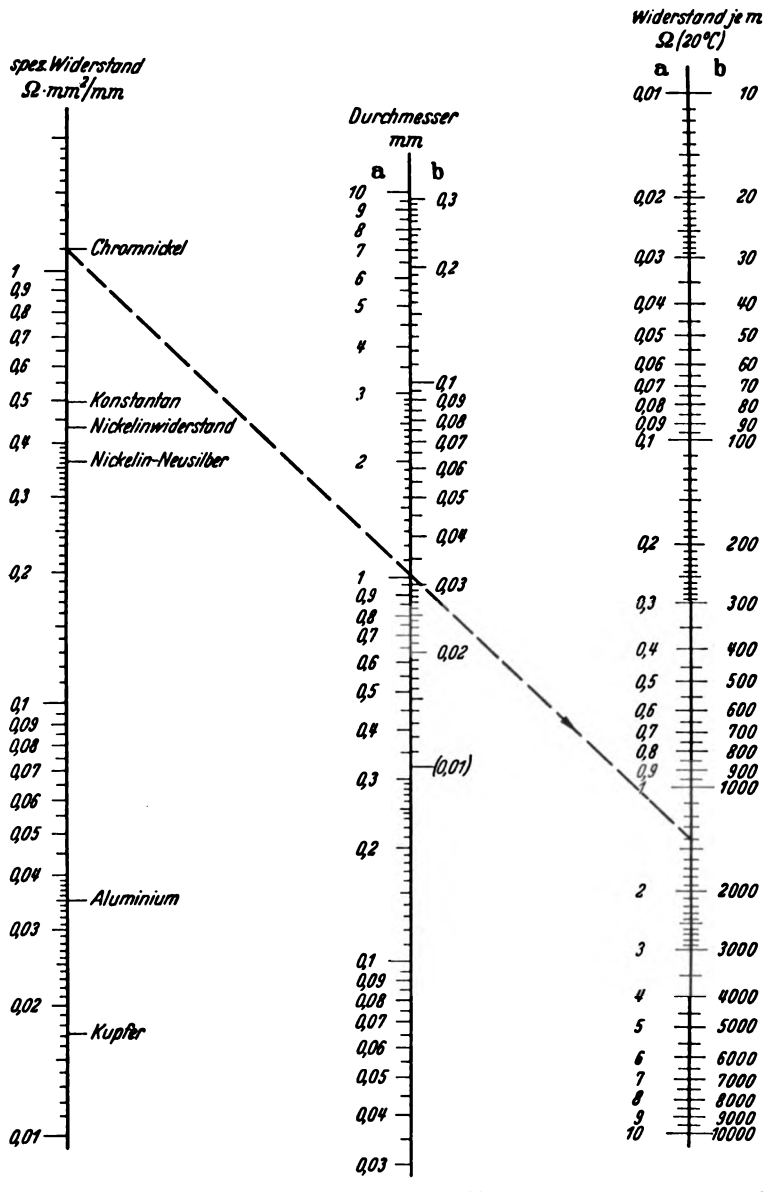


Abb. 16. Nomogramm zur Bestimmung des Wertes „Widerstand je Meter" an Widerstandsdrähten (nach einem Nomogramm der Vereinigten Deutschen Metallwerke AG.).

Im Anschluß hieran ist noch in Abb. 16 ein Nomogramm dargestellt, das gestattet, für die verschiedenen Widerstandswerkstoffe aus dem spezifischen Widerstand und aus dem Drahtdurchmesser sofort den Widerstand je Meter zu bestimmen.

Zusammenfassung.

Nach einer allgemeinen Einführung in die für metallische elektrische Widerstandswerkstoffe nötigen Richtlinien und erforderlichen Eigenschaften wird ein Überblick über die im Handel befindlichen Werkstoffe gegeben. Sie sind nach ihrem Verwendungszweck in solche für Präzisionswiderstände und solche für technische Widerstände, d. h. für Belastungs- und Heizwiderstände, eingeteilt.

Unter den Werkstoffen für Präzisionswiderstände wird vor allem auf das Verhalten von Manganin und von manganinähnlichen Legierungen sowie von Gold-Chrom-Legierungen eingegangen. Die große Reihe von Widerstandswerkstoffen, die für technische Widerstände verwendet werden, sind in drei Gruppen, und zwar in Kupferlegierungen, Chrom-Nickel-Legierungen und Chrom-Eisen-Legierungen eingeteilt. Die zu diesen Gruppen gehörenden Haupttypen werden eingehend besprochen.

Digitized by Google

13. Physiker- und Mathematiker-Tagung, Bad Kreuznach, 19. bis 24. Sept. 1937.

53 (062)

In den Hauptthemen des diesjährigen Physikertages wurden physikalische Meß- und Regelverfahren in der Technik und Kernphysik behandelt. Jedem Thema war ein Tag gewidmet, außerdem wurden an zwei weiteren Tagen Einzelfragen der technischen Physik und der reinen Physik vorgetragen. Durch eine Beschränkung auf 9 zusammenfassende Berichte und 57 Einzelvorträge wurden erfreulicherweise Parallelsitzungen vermieden. Unter den fast 800 Teilnehmern waren Angehörige nicht allein der Universitäten und Hochschulen, sondern auch der Industrie und wehrtechnischen Institute zu finden. Diese Zusammenfassung der Teilnehmerschaft läßt den immer weiter reichenden Umfang des Einbaus der Physik in die deutsche Wissenschaft und Wirtschaft erkennen. Herr Geheimrat Prof. Dr. J. Zenneck, München, wies in seiner Begrüßungsansprache auf die Bedeutung der Physik für den Vierjahresplan und die Wehrtechnik hin. Die physikalische Forschung solle man aber nicht allein ihres augenblicklichen Nutzens wegen betreiben, denn wenn heute die Kernphysik noch zu keinen technischen Anwendungen führe, so sei nur daran erinnert, daß die glühelektrischen Erscheinungen vor noch nicht 30 Jahren auch nur ein theoretisches Interesse hatten, während die heutige Technik ohne die auf Grund dieser Eigenschaften entwickelten Elektronenröhren nicht denkbar sei. In der Erkenntnis, daß die Wissenschaft auch eine international anerkannte Macht sei, sei ihre Pflege dringend nötig. Für den Nachwuchs seien die Einschränkungen im Mathematikunterricht auf den höheren Schulen hinderlich. Herr Staatsrat Prof. Dr. A. Esau, Jena, der im Auftrage des Reichswissenschaftsministers Rust und des Präsidenten des deutschen Forschungsrates, General Prof. Dr. Becker, Berlin, sprach, unterstrich noch einmal die Vordringlichkeit der Aufgaben für den Vierjahresplan, ohne daß die Forschung auf lange Sicht hin beeinträchtigt werden solle. Erwünscht sei eine stärkere Mitwirkung der Mathematik an der Lösung vorliegender Probleme.

Im folgenden soll über die einzelnen physikalischen Vorträge kurz berichtet werden unter Hervorhebung der für die Elektrotechnik belangvollen.

I. Hauptthema: Physikalische Meß- und Regelverfahren der Technik.

(Leiter: H. Gerdien und P. Gmelin.)

a) Physikalische Meßverfahren der Technik.

P. Gmelin, Mannheim: Physikalische Meßverfahren in chemischen Betrieben. — Zur Führung der chemischen Prozesse wird alles, was an ihnen physikalisch meßbar ist, gemessen. Erst der Einbau der physikalischen Meßverfahren in fortlaufend arbeitende chemische Prozesse ermöglicht eine ungestörte und wirtschaftliche Erzeugung. Die Meß- und Überwachungsverfahren betreffen einmal die Zustandsgrößen (Druck, Temperatur, Dichte u. a.) und dann die physikalischen Konstanten der Stoffe und die Mengen von Stoff, Energie und Wärme. Besonders wichtig sind die Verfahren zur selbsttätigen Aufzeichnung der Zusammensetzungen von Stoffgemischen, weil sie als objektiver Ersatz für chemische Analysen eingesetzt werden. Außer mechanischen Verfahren werden sehr viele optische und elektrische angewandt.

R. Witte, Ludwigshafen a. Rh.: Mengen- und Mengenstrom-Meßverfahren in chemischen und verwandten Betrieben, insbesondere in Energiebetrieben. — Die Verfahren, an welche sehr hohe Ansprüche an Genauigkeit gestellt werden, dienen zur Betriebsüberwachung und Betriebsführung. Die Zähler arbeiten nach Gewicht und nach Rauminhalt, nach Strömungsgesetzen mit Differenzdruckschreiber. Sehr weit entwickelte Hilfsverfahren führen mathematische Operationen, wie Radizieren, Differentiieren und Integrieren aus, berücksichtigen die Dichteunterschiede und ermöglichen Fernanzeige.

R. Riedmüller, Mannheim: Zwei neue Düsengeräte mit über große Bereiche konstanten Durchflußbeiwerten.

a) (gemeinsam mit P. Gmelin und W. Beckmann): Neuartiger Druckmultiplikator zur Messung und Registrierung kleiner Strömungsgeschwindigkeiten. — Durch Einbau von rohrartigen Blenden in Venturirohre, an deren beiden Seiten der Druck abgenommen wird, erhält man Vergrößerungen des Durchflußbeiwertes auf 13,5, der herab bis zu Strömungsgeschwindigkeiten von 3 m/s konstant bleibt, und auf 5,5 herab bis 1 m/s.

b) (gemeinsam mit E. Lehrer): Über einen Effusiometer mit Sonderdüse. — Eine Untersuchung der Begrenzungsform der Düse in einer Blende führte als günstigste Form zu einer beiderseitigen Abschrägung mit kürzerem Ein- und längerem Auslauf. Hier ist die Durchflußzahl bis auf 0,5 % genau zu bestimmen bis zu $R_e = 175$.

F. Lieneweg, Berlin: Temperatur-Kompensationsschaltungen bei p_H- und Leitfähigkeitsmessungen usw. — Man findet einfache funktionelle Zusammenhänge z. B. zwischen dem Widerstand und der Temperatur für den Salzgehalt als Parameter. Der gesuchte Salzgehalt läßt sich bei zeichnerischer Darstellung aus dem Neigungswinkel der Geraden gewinnen. Die Lösung der Aufgabe führt zur Bildung von Summen und Differenzen, von Produkten oder Quotienten, die durch elektrische Schaltungen verwirklicht werden.

O. Dobenecker, Berlin: Leitfähigkeitsmessungen in der Betriebskontrolle und Betriebsregelung. — Die unmittelbare Daueranzeige, Aufzeichnung und auch Regelung bestimmter Konzentrationen ist für viele Zweige der Industrie und Technik (Dampf, Wasser, Papier, Textil, Zucker usw.) notwendig. Eingebürgert hat sich die Angabe von mg Salz je Liter. Es wird gezeigt, daß die Abhängigkeit der Leitfähigkeit für einzelne Gruppen, wie Sulfate, Nitrate, Karbonate, Chloride, Säuren u. a. übereinstimmt, aber von Gruppe zu Gruppe stark verschieden ist, so daß sich bei verschiedenen Salzen nur Genauigkeiten von ± 10 % erreichen lassen.

E. Lehrer, Ludwigshafen a. Rh.: Ein Ultrarotspektrograph mit neuartiger Registrierung der Wärmestrahlen. — Um von Einstreuungen durch 50 Hz-Spannungen freizukommen, wurde das Bolometer kleiner Trägheit aus 4 mm langem und 0,1 µ starkem Pt-Wollastondraht mit Wechsellicht der Frequenz 68 Hz von einem Nernstbrenner bestrahlt. Der als Resonanzverstärker ausgebildete Verstärker lieferte eine Spannungserhöhung um mehr als 10^8 von $1{,}25 \cdot 10^{-9}$ V an. Als Beispiel wurde die Strahlung einer Hg-Dampflampe mit 0,05 mm breitem Spalt gezeigt, ebenso Ammoniakbanden zwischen 9 und 13 µ.

M. Schaack, Berlin: Luft- und Gasabscheidung bei der Vermessung von Kraftstoffen. — In Saugleitungen scheiden sich infolge des Unterdrucks Dämpfe ab, die in Verbindung mit Luftzusätzen die Messung des Kraftstoffes mit einem Durchlaufzähler fälschen. Sieben, Zentrifugieren und Beruhigen der Flüssigkeitsströmung verringern die Fehler, am günstigsten bringt eine Drucksteigerung hinter der Pumpe die gasförmigen Bestandteile in Lösung und verhindert Falschmessungen.

Digitized by Google

b) Physikalische Regelverfahren in der Technik.

J. Krönert, Berlin: Grundbegriffe und Probleme der Betriebsregelung. — Selbsttätige Betriebsregelungen, insbesondere in der Wärmetechnik, bedeuten nicht nur Arbeitsersparnis, sondern ermöglichen eine genauere und vielgestaltigere Regelung als von Hand. Den gestellten Aufgaben muß die Stabilisierung des Regelorganismus gegen dauernde Pendelungen, die Überwachung der Ausführung des Regelkommandos durch selbsttätige Rückführung oder Rückmeldung und die Empfindlichkeit und Genauigkeit von Regelmelder und Regelausführer sowie die Geschwindigkeit der Durchführung der Regelung angepaßt werden. Vielfältige Beispiele aus allen Zweigen der Regeltechnik lieferten einen Überblick über die Regelmöglichkeiten und ihre Verwirklichung.

W. Hort, Berlin: Die klassischen und neueren theoretischen Methoden der Regeltechnik. — Ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung der mathematischen Behandlung der Regeltechnik, die sich an die Namen: Watt, Airy, Maxwell, Wischnegradsky, Tolle, Stodola, Hurwitz und Kaufmann anlehnt.

H. Seiferheld, Leuna: Die Regeltechnik in der chemischen Großindustrie. — Druckregelung bei Hoch- und Niederdruck, Druckführung in Vakuum-Destillationskolonne. Höhenstandsregelung, Mengenregelung, Integralregelung. p_H-Regler z. B. für Speisewasser. Katathermometerregler.

C. Hilburg, Ludwigshafen a. Rh.: Messung und Regelung von Mengenströmen körniger und mehliger Stoffe mit vollautomatischen Zumeßwaagen. — Überblick über die Schwierigkeiten bei der selbsttätigen Zuführung bestimmt vorgeschriebener Gewichte verschiedener Stoffe zu den Verarbeitungsapparaten. Beispiele für Auf- und Zu-Zuführung und für stetige Zuführung (mehr/weniger).

W. Schmidt, Dresden: Unmittelbare Regelung in neuer Betrachtungsweise. — Die den Beharrungszustand, der der Statik der Regelung entspricht, kennzeichnenden Größen werden in das Kennbild des Reglers eingeordnet. Für den Regelvorgang wird auch ein Kennbild entwickelt, das für die Dynamik der Regelung technisch brauchbare Lösungen liefert. Als Beispiele werden Regelungen von Drehzahl, Temperatur und Druck behandelt.

H. Garthe, Berlin: Die Anwendung flüssiger und gasförmiger Arbeitsmittel bei indirekt wirkenden Reglern. — Bei hohem Arbeitsvermögen hydraulischer Regler werden Strahlrohre und Schieber mit doppeltwirkendem Hilfsmotor verwandt. In rauhen Betrieben wird zur Regelung wärmetechnischer Größen vielfach eine Regeldrossel mit Preßluftantrieb benutzt, die mit einem einseitig wirkenden Hilfsmotor arbeitet, wobei als Gegenkraft eine Feder oder ein Gewicht dient. Es ergeben sich so einfache, starre oder nachgiebige hydraulische Rückführungen.

W. Jacobi, Berlin: Moderne Röhrenregler hoher Empfindlichkeit. — Die Röhrenregler besitzen für viele Anwendungsgebiete Vorteile gegenüber den mechanischen Reglern. Die Regelgenauigkeit und -konstanz läßt sich in vorgeschriebenen Grenzen halten. Die Lebensdauer der benutzten Röhren ist technisch tragbar. An einigen Beispielen für Regelung auf konstante Spannung, Drehzahl, Temperatur u. a. treten die Vorteile und die Wirkungsweise der Röhrenregler hervor.

H. König, Berlin: Periodische und aperiodische Schwingungen an empfindlichen Regelanordnungen. — Für einfache mechanische und elektrische Röhrenregler werden im Zusammenhang mit der Regelgenauigkeit die Bedingungen für die Stabilität abgeleitet. Durch besondere Maßnahmen, die Rückführungen, werden periodische Pendelungen ohne Verringerung der Regelgenauigkeit unterdrückt. Die Schwingungen eines Röhrenreglers im periodischen und aperiodischen Schwingungszustand bei Störungen wurden vorgeführt.

Aus den Einzelvorträgen zur technischen Physik allgemeinen Inhalts seien folgende genannt:

H. Straubel, Jena: Strommesser für Hochfrequenz. — Zur Vermeidung jeden Eingriffes in den Schwingungskreis, besonders bei sehr hohen Frequenzen, wird ein kleines, dünnes Glasblättchen, das einseitig mit einem dünnen, durchsichtigen Metallüberzug versehen ist, in das Hochfrequenz-Magnetfeld gehängt. Die in der Metallhaut erzeugten Wirbelströme erwärmen das Glasplättchen einseitig bis auf 100 bis 150 °C und rufen mechanische Spannungen im Glas hervor, die durch von ihnen hervorgerufene optische Doppelbrechung nachgewiesen werden können.

J. Runge, Berlin: Laufzeiteinflüsse in Elektronenröhren. — Für Zwei-, Drei- und Mehr-Elektroden-Röhren wird die Laufzeit der Elektronen im Raumladungsfeld, im Bremsfeld und Beschleunigungsfeld berechnet. Daraus ergibt sich eine Abhängigkeit der Steilheit von der Elektronenlaufzeit und damit auch eine Frequenzabhängigkeit des Gitterleitwertes. Man erhält durch die endliche Laufzeit der Elektronen eine zusätzliche Dämpfung oder Entdämpfung.

H. Plendl und G. Eckart, Wesenberg (Meckl.): Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen. — Unter Berücksichtigung der Änderung der Luftdichte und der Luftfeuchtigkeit mit der Höhe bis 15 km werden die Gleichungen für die Ausbreitung von Wellen zwischen 10 cm und 10 m Wellenlänge dazu benutzt, um die Reichweite der Wellen verschiedener Leistung bei verschiedener Höhe des Strahlers über dem Erdboden festzulegen. Man erhält so wesentlich größere Reichweiten, wie sie den einfachen optischen Ausbreitungsgesetzen entsprechen würden, wobei auch auf die Kugelgestalt der Erde Rücksicht genommen wird. Versuchsflüge in verschiedenen Höhen zeigen die Abhängigkeiten der Empfangsfeldstärke von der Wellenlänge, von der Senderhöhe und dem Empfängerabstand. In bestimmten Höhen ergeben sich die nach der Rechnung bestimmten Empfangsmaxima. Man sieht auch, daß die Steigerung der Leistung die Reichweite nur wenig erhöht, z. B. bei etwa 300 km Reichweite brachte eine Leistungssteigerung auf das Vierfache nur eine Erhöhung der Reichweite um 15 km. Die Ausbreitungsverhältnisse sind im Sommer wesentlich günstiger als im Winter.

F. Banneitz, Berlin: Die neue Fernsehnorm der Deutschen Reichspost. — Beim Zeilensprungverfahren, wie es bei 50 Bildwechseln je Sekunde benutzt wird, ist eine ungerade Zeilenzahl erforderlich, gewählt wurde 441. Bei drahtloser Übertragung werden als Träger Frequenzen von 30 bis 60 MHz benutzt. Da ein Fernsehsender einen Bereich von 8 MHz übertragen muß, stehen in Deutschland 3 Bänder für Fernsehsender zur Verfügung. Bei Kabelübertragung wird ein Träger von 2 bis 4 MHz benutzt. Die unteren Frequenzen werden auf demselben Kabel noch zur Übertragung von Fernsehsprechen und von 200 Telephongesprächen mit Trägerfrequenz ausgenutzt.

P. Kotowski, Berlin: Die günstigste Bandbreite drahtloser Telegraphieverbindungen (mit Schallplattenvorführung). — Beim gestörten Hörempfang drahtloser Telegramme kann man auf Grund der Ohreigenschaften ein Minimum an Fehlern von 5 bis 7 % bei einer Bandbreite zwischen 5 und 50 Hz erreichen. Die mangelnde Konstanz der Frequenz von Sender und Empfänger reicht zu einer derartigen Einschränkung der Bandbreite eines Einzelsenders noch nicht aus.

M. Auwärter, Hanau: Bemerkungen über die optischen Konstanten des Rhodiums. — Das Reflexionsvermögen liegt mit 90 % wenig tiefer als das des Silbers und ist von 2500 A bis in das infrarote Gebiet konstant. Auch die Durchlässigkeit von Filtern ist ebenso gleichmäßig. Alterung ist kaum vorhanden. Kein Gang mit der Temperatur. Der Überzug ist mechanisch und chemisch sehr widerstandsfähig.

P. Görlich, Dresden: Messungen an durchsichtigen zusammengesetzten Photokathoden. — Silberschich-

Digitized by Google

ten auf Silber-Cäsium-Sauerstoff-Schichten zeigen einen von der Sensibilisierung abhängigen selektiven Photoeffekt. Die Empfindlichkeit über die ganze Schicht ist bis auf 5 % gleich.

K. Martin, Rathenow: Marschkompasse. — Die störende, lange Schwingungsdauer der Magnetnadeln kann durch Flüssigkeitsdämpfung verbessert werden. Wesentlich günstiger ist ein kurzer, dicker Magnetkörper aus einer neuzeitlichen Legierung (Mishima-Stahl) hoher Koerzitivkraft, der in einem dickwandigen Kupfer- oder Aluminiumrahmen bei Bewegung Wirbelströme und damit starke Dämpfung hervorruft.

H. Neldel, Berlin: Ein regelbarer Hochohmwiderstand ohne gleitenden Stromabnehmer. — Ein Magnesium-Titan-Spinell wird als Halbleiter mit negativem Temperaturkoeffizienten fremdbeheizt. Der Konstanz halber wird er unter vermindertem Druck (200 Torr) eingeschmolzen.

E. Weise, Berlin: Einige Beispiele für Brückenschaltungen mit Halbleiterwiderständen. — Unter Benutzung von Magnesium-Titan-Spinell in Brückenschaltung läßt sich eine Speisespannung auf 1 ‰ konstant halten. Im Pirani-Manometer erhält man mit Stäbchen von 30 mm Länge und 0,2 mm² Querschnitt und aufgesinterten Molybdänkappen eine Erweiterung des Meßbereiches von $3 \cdot 10^{-1}$ Torr bis 10^{-4} Torr. Der Stromverbrauch ist bei 30 kΩ Vorwiderstand bei Vollausschlag nur 3 μA. Auch für Temperaturmessungen sind Halbleiterschaltungen geeignet. Als Bolometer für Strahlungsmessungen sind Körper von 50 μ Stärke bis zu Temperaturen von 400 bis 500 ° C brauchbar.

H. Illgen, Dresden: Neuere Anwendungen des piezo-elektrischen Meßverfahrens in der Ballistik. — Für Druckschwankungen in 10^{-2} bis 10^{-3} s um Beträge von 2 bis 4 t/cm² eignen sich piezo-elektrische Druckmesser mit Gleichstromverstärkern nach Kluge und Lincke. Aufzeichnungen des Druckverlaufs in Geschützrohren mittels Braunscher Röhre. Auch Austritt der Pulvergase übt noch Rückstoßkräfte aus. Bei Infanteriegewehren setzt Rückstoß 12 bis 14 ms nach Geschoßaustritt aus dem Lauf ein und erreicht je nach Art des Einziehens bei stehenden Schützen eine Stärke bis zu 80 kg/cm², bei liegenden bis zu 150 kg/cm². Bei großen Geschützen treten Drucke von 10 bis 20 t/cm² auf, hier wird eine hydraulische Druckreduktion benutzt.

H. Schardin, Berlin: Neuere Ergebnisse der Funkenkinematographie (nach gemeinsam mit W. Struth durchgeführten Arbeiten; mit Vorführung eines Filmes). — Das Verfahren der Funkenkinematographie nach Cranz-Schardin wurde auf eine Bildzahl von 24 erweitert bei Bildzahlen bis Millionen/Sekunde. Man erhält so im Lauffilm Einblick in den Ablauf von Ereignissen innerhalb 10^{-4} s. Die äußerst klaren Bilder zeigten verschiedene ballistische Vorgänge (Abschießen eines Drahtendes von 1 cm Länge, Beschuß von Panzerplatten — Bleiwolke läuft mit größerer Geschwindigkeit längs der Platte als Geschoß selbst auftrifft, Abgabe von Ultraschallwellen von beschossener Panzerplatte —, Sprünge im Glas bei Beschuß — konstante Ausbreitungsgeschwindigkeit von 1500 m/s, die Enden der Sprünge liegen alle auf einem Kreis —, Einschuß in plastische und flüssige Medien mit plötzlicher Zerstörung durch Überdruck) und Erscheinungen bei der Kavitation in Flüssigkeitsstrahlen (Luftblasen implodieren).

F. Trendelenburg, Berlin (gemeinsam mit E. Thienhaus, Berlin und E. Franz, Berlin): Klangübergänge bei der Orgel. — Oktavsieboszillogramme zeigen die Unterschiede im Einsatz verschiedener Register in Abhängigkeit von der Luftführung (Tonkanzell oder Registerkanzell). Wenn im Raum im Nachhall noch die gewollte Schwingung vorhanden ist, ist der Einsatz kürzer. Der Einfluß von Raum- und Orgelbauart auf die Übergangserscheinungen wurde mit Schallplatten vorgeführt.

E. Schmidt, Berlin: Zum Zündvorgang beim gittergesteuerten Stromrichter mit flüssiger Kathode. — Bei hohem Druck ist der Zündverlauf ähnlich dem des gittergesteuerten Glühkathodenrohres. Bei niedrigen Drucken zündet der Stromrichter über eine selbständige Gitterentladung. Die Zündleistung kann durch Schaltung eines Kondensators parallel zum Gitter erniedrigt werden.

E. Blum und W. Finkelnburg, Darmstadt: Quantitative Messungen an Kondensatorentladungen. — Für quantitative Untersuchungen der Lichterscheinungen und ihrer Spektren im Funken muß die zeitliche Abhängigkeit von Spannung, Strom, Lichtemission und Wellenlänge bekannt sein. Das Strommaximum wurde aus der Magnetisierung eines Stahlstabes gewonnen. Mit Röhrenschaltungen wird jetzt die größte Steilheit des Stromanstieges und des Stromabfalles sowie die Größe der Entladungsdauer gewonnen. Die Steilheit liegt in der Größenordnung von 10^9 A/s.

II. Hauptthema: Kernphysik.

(Leiter: W. Bothe und W. Heisenberg.)

Hierzu lagen fünf ausführliche zusammenfassende Berichte vor, welche einen sehr guten Überblick über den augenblicklichen Stand der Forschung auf dem Gebiete der Kernphysik boten.

R. Fleischmann, Heidelberg: Neuere Ergebnisse der experimentellen Kernforschung[1]). — Das Untersuchungsverfahren besteht meist in der Beschießung von Materie mit den Kernen von leichtem und schwerem Wasserstoff und mit Neutronen. Zu ihrer Erzeugung wird entweder das Kanalstrahlverfahren mit hochgespanntem Gleichstrom bis zu einigen Millionen Volt oder das Cyclotron[2]) benutzt, bei dem das Teilchen unter dem Einfluß wechselnder Felder auf seiner Kreisbahn sehr viel höhere Spannungen durchlaufen kann. Mit Protonen hat man Ströme bis zu einigen μA und bis zu 11 MeV erreicht. Zum Vergleich sei erwähnt, daß die Zahl der von 1 g Radium ausgesandten α-Strahlen einem Protonenstrom von $^1/_{90}$ μA entspräche. Cyclotrons sind in Deutschland leider nicht in Gebrauch. Neue Umwandlungstypen künstlich radioaktiver Elemente wurden bei der Beschießung mit Neutronen gefunden. Im allgemeinen gehen bei der Entstehung derartiger Elemente drei Arten von Prozessen vor sich: 1. Der Kern nimmt ein Neutron auf, gleichzeitig wird ein α-Teilchen emittiert und ein Element gebildet, welches dem ursprünglichen im periodischen System zwei Stellen vorausgeht. 2. Bei der Neutronenaufnahme wird ein Proton emittiert und das neugebildete radioaktive Element geht im periodischen System eine Stelle voraus, ist mit dem ursprünglichen isobar. 3. Wird das Neutron ohne Teilchenabgabe eingefangen, dann entsteht ein Isotop des Ausgangskerns. Alle Prozesse sind im allgemeinen von γ-Strahlen-Emission begleitet. Der Strahl wird zur Auslösung der Nebelkammer benutzt, so daß Spuren von Neutronen keine Zufallserscheinung mehr sind. Der letzte Prozeß tritt bei durch Kohlenwasserstoffe (Paraffin) geschossenen Neutronen bevorzugt auf, weil der Wirkungsquerschnitt der jetzt verlangsamten Neutronen etwa 10^5mal so groß ist wie für schnelle. Man beobachtet Resonanzerscheinungen der Absorbierbarkeit in Abhängigkeit von ihrer Energie. Die bei den Umwandlungsprozessen beobachtete γ-Strahl-Intensität ist sehr erheblich, z. B. ist eine solche von einem radioaktiven Natriumisotop Na^{24} erhalten worden, die einer γ-Strahlung von 0,1 g Ra entspräche. Mit Isomerie wird die Erscheinung bezeichnet, wenn Kerne trotz gleicher Ordnungszahl verschiedene radioaktive Eigenschaften zeigen, so ist z. B. die Halbwertszeit von Brom-Isotopen-Isobaren zu 5 min, 18 min, 4,2 h und 36 h gemessen. Auch schwerere Elemente als Uran mit dem Atomgewicht 92 sind als radioaktive Transurane erzeugt und untersucht worden.

[1]) Vgl. hierzu die ausführlichen Berichte: R. Fleischmann und W. Bothe „Langsame Neutronen" in Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Bd. 16, S. 1 bis 46; Berlin: Julius Springer 1937. Edoardo Amaldi, Künstliche Radioaktivität durch Neutronen, Phys. Z. 38 (1937) S. 692.

[2]) Vgl. S. 1403 dieses Heftes.

Digitized by Google

F. Hund, Leipzig: Theoretische Erforschung der Kernkräfte. — Die theoretische Behandlung des Kernes als eines aus Protonen und Neutronen zusammengesetzten quantenmechanischen Systems hat durch die experimentellen Ergebnisse über den Kernaufbau Fortschritte gemacht. Bei leichten Kernen ist die Zahl beider Bauteile gleich, bei schwereren Kernen überwiegen die Neutronen. Bei den Grundzuständen sind die Abstände klein gegen 10^{-13} cm, Schwierigkeiten bestehen in der genauen Massenbestimmung, die quantenmechanisch aus Energiedifferenzen gewonnen werden muß.

H. Geiger, Berlin: Entstehung und Natur der kosmischen Strahlenschauer. — Die Höhenstrahlung wird häufig nicht als Einzelstrahl, sondern als Strahlenbündel oder Büschel bis zu 100 Einzelstrahlen beobachtet. Untersuchungen über das Auftreten von Schauern wurden mit Koinzidenzzählrohren durchgeführt. Die direkte Höhenstrahlung kann die Schauer nicht auslösen, sondern es muß ein Zwischenprozeß dazu eingeschaltet werden. Die Ansprechwahrscheinlichkeit von Koinzidenzrohren wird in Abhängigkeit von der Zahl der Rohre und der Strahlen besprochen. Sie ändert sich mit dem Abstand der Schauer auslösenden Stelle von den Rohren. Die Schauerauslösung scheint mit dem Quadrat der Kernladungszahl anzusteigen.

H. Euler, Leipzig: Theoretische Gesichtspunkte zur Untersuchung der Höhenstrahlung. — Die Teilung in Paare kann mehrmals nacheinander einsetzen und zu Schauern führen, und zwar für Primärenergien der Höhenstrahlung unter 10^9 eV. Für größere Energien kann nach Heisenberg ein explosionsartiger β-Zerfall auftreten, dessen Komponenten wieder in Paare spalten können. In diesem Zusammenhang werden die Hoffmannschen Stöße und größeren Schauer besprochen.

J. Mattauch, Wien: Massenspektroskopie und Kernbau. — Das Auflösungsvermögen ist durch bessere Fokussierung und Beherrschung der sie bedingenden Felder so verfeinert worden, daß eine 28mal schärfere Trennung der Massenspektrallinien möglich ist als bei Aston. Die Massenskala ist so genau berechenbar, daß sie zur Bestimmung von Massendefekten ausreicht, die sich bei Kernzertrümmerungen als Reaktionsenergie ergeben. Unter den Beispielen wurde die saubere Trennung der Rubidium-Isotopen (radioaktives Rubidium, Atomgew. 87) gezeigt. — Zu dem Rubidiumisotop wurde noch in zwei weiteren Vorträgen Stellung genommen. M. Heyden und H. Kopfermann, Berlin und Kiel, haben durch Hyperfeinstrukturaufnahmen an einigen Linien die Kernmomente des Strontiums 87 und des β-aktiven Rubidiums 87 zu 9/2 und 3/2 bestimmt und damit die nach Fermi geforderte Änderung des Kernspins bestätigt. Die Rubidiumisotope 85 und 87 wurden von W. Walcher, Berlin, angereichert. Weitere Beiträge zu den Kernumwandlungen und zur Ultrastrahlung zeigten eine Anzahl wichtiger neuer Beobachtungen und Feststellungen auf. R. Döpel, Würzburg, demonstrierte die Atomzertrümmerung mit Kanalstrahlen, wobei schweres Wasser als Geschoß bei Spannungen von 15 bis 30 kV benutzt wurde.

Aus dem Gebiet der reinen Physik gab es 18 Einzelvorträge allgemeinen Inhalts; es sei auf folgende aufmerksam gemacht.

H. Katz, Berlin: Durchgang langsamer Elektronen (0 bis 200 V) durch Metallfolien. — Silberfolien von 0,1 bis 0,2 µ Dicke zeigten sich für Elektronen geringer Geschwindigkeit sehr durchlässig. Bei Geschwindigkeiten der Elektronen von 10 V gehen etwa 8 % der auffallenden durch die Schicht hindurch. Der Energieverlust beim Durchgang ist für langsame Geschwindigkeiten gering, steigt aber mit der Höhe der Elektronengeschwindigkeit an. Eine elektronenoptische Abbildung der Kathode mittels der hindurchtretenden Elektronen zeigt bei kleinen Geschwindigkeiten keine Richtungsänderung. Eine Abhängigkeit der Durchlässigkeit von der Schichtdicke ist für die kleinen Elektronengeschwindigkeiten kaum vorhanden.

H. Mahl, Berlin: Feldemission aus geschichteten Kathoden bei Beschießung mit Elektronen. — Eine auf Aluminium aufgebaute Kathode aus Aluminium/Sauerstoff und Zäsium/Sauerstoff wird mit Elektronen beschossen. Die austretenden Elektronen werden elektronenoptisch von den reflektierten getrennt. Mit steigender Energie der auffallenden Elektronen wird zunächst eine Sekundäremission festgestellt, der erst bei höherer Energie eine jetzt stärkere Feldemission folgt. Die elektronenoptische Abbildung der Kathodenoberfläche zeigt, daß die Feldemission nur an einzelnen Punkten ansetzt.

H. Raether, Jena: Untersuchung der Elektronenlawinen in der Nebelkammer[3]). — Die Stoßionisierungsvorgänge der Elektronen im elektrischen Feld werden mit einer Nebelkammer als Elektronenlawinen sichtbar gemacht. Die Vorwachsgeschwindigkeit der Lawine ergibt sich aus ihrer Länge und der Dauer des angelegten Spannungsstoßes in Luft zu $1{,}25 \cdot 10^7$ cm/s, in Wasserstoff zu $0{,}75 \cdot 10^7$ cm/s. Die thermische Energie der Elektronen läßt sich aus den Gleichungen für die Beweglichkeit ableiten und wird unabhängig davon aus der Breite der Lawinenbahn bestimmt, die wesentlich durch die thermische Diffusion bedingt ist. Die bisherigen Vorstellungen über die Zündung der Entladung werden als größenordnungsmäßig richtig bestätigt.

W. Hanle, Jena, Leipzig: Lichtanregung durch Wasserstoff und Deuterium-Kanalstrahlen (nach Versuchen von R. Junkelmann). — Für die Lichtanregung in Argon durch H- und D-Kanalstrahlen bei Beschleunigungsspannungen von 8 bis 50 kV findet man ein Maximum, in Helium nicht. Bei gleicher Geschwindigkeit der Kanalstrahlen ist die Anregung durch D-Atome größer, bei gleicher Energie der Kanalstrahlen regen die H-Atome stärker an.

B. Mrowka, Berlin: Über den Einfluß der Kristallstruktur auf die Glühemission. — In endlich begrenzten Gittern können Elektronen nur zu einem Teil der möglichen Zustände zur Emission beitragen, wie theoretische Überlegungen zeigen. Bei verschiedener Orientierung der Oberfläche zu den Kristallachsen fallen die aus den Sättigungsströmen berechneten Konstanten A und b der Richardson-Glühemissionsgleichung verschieden aus. Damit könnte eine Erklärung für die Unterschiede der Werte für A gegeben werden, die eigentliche eine universelle Konstante sein soll.

H. Boersch, Berlin: Über Bänder bei Elektronenbeugung. — Bei Streuung von schnellen Elektronen an Einkristallen treten scharfe Laue-Punkte auf und außerdem bei allen bisher untersuchten Einkristallen noch Bänder, die von schwarzen und weißen Linien begrenzt werden. Als Ursache werden Reflexion an Wärmewellen und unelastische Streuung geprüft.

Die Ultrarotphotographie ist von M. Czerny und P. Mollet, Berlin, nach einem bereits früher angegebenen Verfahren vervollkommnet worden. Spektren von 1 bis 10 µ werden dadurch aufgezeichnet, daß man die durch Verdampfung eines Ölüberzuges hervortretenden Ultrarotlinien mit gewöhnlichem Licht photographiert. — R. Mecke, Freiburg i. B., bestimmt aus ultraroten Absorptionsmessungen die Bindungsmomente des OH-Radikals in Übereinstimmung mit der elektrischen Dipolmessung. — Die im ultraroten Spektrum von Silikaten und Gläsern gefundenen Eigenschwingungen des Silizium-Oxyd-Gruppe benutzt F. Matossi, Breslau, zur Schaffung von Zusammenhängen zwischen Spektrum und Zusammensetzung der Gläser, aus denen sich die Struktur der Silikate ergibt.

E. Plötze, Freiburg i. B.: Reibungsdispersion der Dielektrizitätskonstanten organischer Flüssigkeiten. — Infolge endlicher Einstellzeit polarer Moleküle in einem hochfrequenten elektrischen Wechselfeld ergibt sich mit steigender Frequenz ein Abfall der Dielektrizitätskonstanten. Die Wellenlänge der benutzten Hochfrequenz lag zwischen 15 cm und 300 cm. — In der Aussprache wies

[3]) H. Raether, Z. Phys. 107 (1937), H. 1 u. 2, S. 91 bis 110 mit Abbildungen der Apparatur und von Elektronenlawinen.

Digitized by Google

A. Esau, Jena, darauf hin, daß jetzt Verfahren und Geräte zur Erzeugung und Messung von Wellen von 10 cm bis 0,5 cm bereit stehen. Die Verluste bei diesen Frequenzen sind in den neuen Isolierstoffen (Kalan, Kalit u. ä.) kaum erhöht und spielen technisch keine Rolle.

W. Meyer und H. Nelder, Berlin: Über Beziehungen zwischen der Energiekonstanten E und der Mengenkonstanten a in der Leitwerts-Temperaturformel bei oxydischen Halbleitern. — Eisenoxyd, Titandioxyd und Zinkoxyd wurden untersucht, wobei durch die Art der Vorbehandlung des Versuchskörpers verschiedene um Zehnerpotenzen unterschiedliche Leitfähigkeiten erzielt wurden. Die Energiekonstante E ist klein und für größere Leitwerte als 10^{-2} von a unabhängig, für kleinere Leitwerte steigt sie linear mit $\log a$ an.

M. Steenbeck, Berlin: Untersuchung eines Luftlichtbogens im schwerefreien Feld. — Luftströmungen, die durch das geringere spezifische Gewicht erwärmter Luft auftreten, stören die Ausbildung eines ruhigen Luftbogens. Messungen an einem in einem frei fallenden Kasten eingeschlossenen Lichtbogen zeigten, daß die Feldstärke in der Säule 2- bis 3mal kleiner und die Stromdichte eine Zehnerpotenz kleiner als beim Bogen im Schwerefeld ist. Auf die Bogensäule wird ein Längszug von etwa 1 dyn bei 1 A Bogenstrom ausgeübt. Elektrostatische Kräfte zwischen Ionen und Elektronen können nur bei nicht gleichmäßiger Verteilung in der Säule Ursache für den Längszug sein. Die Wirkung ähnelt dem osmotischen Druck in starken Elektrolyten.

R. Schade, Berlin: Über den Einfluß der Stromdichte auf die Ionisierungsvorgänge in der selbständigen Entladung in Edelgasen. — Da die Erklärung für die Zündstromstärke und Zündspannungserniedrigung bei Bestrahlung als eine Wirkung der Raumladung mit anderen Beobachtungen im Widerspruch steht, werden die Möglichkeiten einer Deutung ohne Raumladungswirkung besprochen.

Der Tagung war eine Ausstellung angeschlossen, in der eine Reihe der Apparate, welche bei den Vorträgen zu den physikalischen Meß- und Regelverfahren der Technik erwähnt wurden, im Modell und auch im Betrieb vorgeführt werden konnte. Magnetische Brückenschaltungen wurden als empfindliche und genaue Lehren für mechanische Messungen gezeigt. Die Fortschritte handlicher und betriebssicherer Kathodenstrahloszillographen wurden vorgeführt, bemerkenswert war dabei die Erhöhung der Helligkeit z. B. für Projektion ohne Einbuße an Empfindlichkeit dadurch, daß der Kathodenstrahl unmittelbar vor dem Leuchtschirm durch eine elektrische Linse noch weiter beschleunigt wurde. E. Lübcke.

Die Regelung von Wechselstromnetzen nach der Synchronuhrzeit.

Von G. August VDE, Berlin.

621. 311. 1. 072. 6

Übersicht. **Von der Periodenkontrolluhr, dem Meßgerät für Uhrzeitabweichungen ausgehend, werden Bedeutung und Zweck der Uhrzeitregelung*), insbesondere bei Netzzusammenschlüssen, erläutert. Einige Ausführungsbeispiele geben Aufschluß über die für den Aufbau selbsttätig wirkender Uhrzeit-Regeleinrichtungen notwendigen Mittel.**

Die Größe von technischen Wechselströmen besitzt eine feste, eindeutige Beziehung zur Zeit, deren Wert durch die Netzfrequenz festgelegt ist. Bei einem auf genaue Frequenz geregelten Wechselstrom wird, von einem bestimmten Zeitpunkt an gerechnet, die absolute Zahl der Perioden oder das Frequenzintegral identisch der astronomischen oder Uhrzeit, von demselben Zeitpunkt an gerechnet, sein. Die Summe der Umdrehungen eines an das Netz angeschlossenen Synchronmotors stellt mithin ebenfalls die Uhrzeit dar, welche an drei mit der Motorwelle gekuppelten Zeigern, einem Sekunden-, Minuten- und Stundenzeiger, abgelesen werden kann. Die Anzeige einer solchen Synchronuhr wird allerdings nur dann mit der astronomischen Zeit übereinstimmen, wenn die Frequenz ihren Sollwert 50 Hz starr einhält. Dies kann trotz empfindlichster mechanischer oder elektrischer Frequenzregler nie der Fall sein, denn jedem Regeleingriff muß stets eine durch den Unempfindlichkeitsgrad des Reglers bedingte Frequenzabweichung vorangehen, so daß das Frequenzintegral, also die Synchronzeit, nicht mehr den Wert haben kann, den es ohne den Regeleingriff besitzen würde. Sofern die Frequenzabweichungen verschiedenes Vorzeichen besitzen, werden sich die damit verbundenen Uhrzeitabweichungen zwar aufheben, stets wird aber eine positive oder negative Restabweichung verbleiben, die um so größer ist, je unempfindlicher die Frequenzregelung arbeitet und je unruhiger die Leistungsabnahme der am Netz liegenden Verbraucher ist.

Zur meßtechnischen Erfassung der Uhrzeitabweichungen sind Geräte entwickelt worden, die unter dem Namen „Periodenkontrolluhren" bekannt sind. Auf ihnen wird die Zeitanzeige eines an das zu überwachende Netz angeschlossenen Synchronmotors mit derjenigen einer Präzisionsnormaluhr verglichen. Abb. 1 zeigt eine Perioden-Kontrollnebenuhr für Schalttafeleinbau. Der Hauptzeiger gibt unmittelbar die Uhrzeitabweichung in Sekunden, der darunter liegende kleinere Zeiger in Minuten an. Beide werden vom Planetenrad eines Differentialgetriebes in Bewegung gesetzt, dessen eines Sonnenrad seinen Antrieb von einem Synchronmotor erhält. Das andere Sonnenrad wird über ein polarisiertes Nebenuhrwerk von einer mit Sekundenkontakt versehenen astronomischen Hauptuhr in Gang gesetzt. Die Stellung der beiden Zeiger entspricht also der Differenz zwischen Synchron- und Uhrzeit, wobei eine Abweichung nach rechts beispielsweise auf positive Uhrzeitabweichung hindeutet und besagt, daß alle Synchronuhren im Netz um den angezeigten Betrag vorgehen. An die Stelle der astronomischen Hauptuhr kann als Zeitnormal ein Stimmgabelsender treten; hierbei ist in der Periodenkontrolluhr das polarisierte Nebenuhrwerk durch einen zweiten Synchronmotor, der an die Normalfrequenz anzuschließen ist, zu ersetzen.

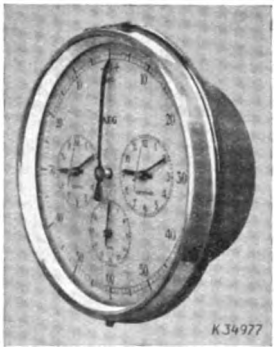


Abb. 1. Perioden-Kontrollnebenuhr.

Die Periodenkontrolluhr kennzeichnet gleichzeitig die Aufgabe, welche die in folgendem zu erläuternden Regeleinrichtungen zu erfüllen haben. Die Elektrizitätserzeuger sind in einem Sinne zu beeinflussen, der eine Übereinstimmung der Synchronzeit mit der astronomischen Zeit gewährleistet oder zumindest einer eventuell verbleibenden Uhrzeitabweichung einen festen Wert gibt. Sämtliche an ein nach diesen Grundsätzen geregeltes Netz angeschlossenen Synchronuhren laufen dann zeitrichtig oder weisen eine nur geringe, gewisse Grenzen nicht über-

*) Nach einem Vortrag, gehalten am 30. 10. und 24. 11. 1936 vor den VDE-Bezirken Saarbrücken und Hannover.

Digitized by Google

schreitende Gangabweichung auf. Die letztgenannte Einschränkung einer gewissen Gangabweichung wird nicht etwa aus dem technischen Unvermögen, das Netz zeitgenau regeln zu können, zugelassen, sondern man verfolgt hiermit einen ganz bestimmten Zweck, auf den kurz eingegangen werden soll. Jede Uhrzeit-Regeleinrichtung gibt zunächst der damit ausgerüsteten Maschine frequenzhaltenden Charakter und stellt daher, in Verbindung mit einem statischen Drehzahlregler arbeitend, ein Isodromierungsglied dar; denn entspräche nach erfolgtem Regeleingriff der Frequenzwert nicht dem Normal 50 Hz, so würde stets wieder eine positive oder negative Zeitabweichung auflaufen. Allerdings wird im allgemeinen die Korrektionszeit eines solchen Uhrzeitreglers eine größere sein als z. B. beim Isodromregler, so daß eine solche Maschine die Frequenzabweichungen etwas träger herausregelt. Durch eine sehr genaue Erfassung der Zeitabweichung, etwa durch Verwendung von Normalfrequenzgebern an Stelle der Hauptuhren sowie durch Maßnahmen, die später noch erörtert werden, läßt sich die Geschwindigkeit des Isodromreglers erreichen.

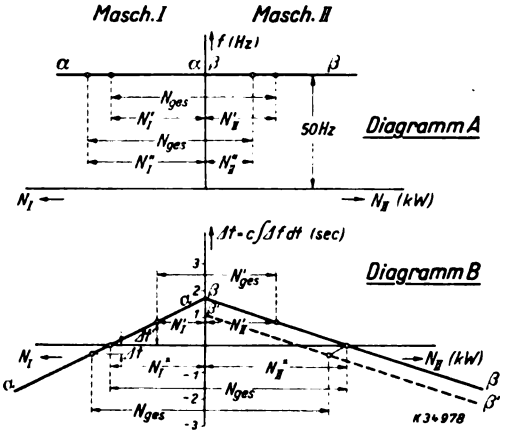


Abb. 2. Parallelarbeiten frequenzhaltender Maschinen.

Die Uhrzeit-Regeleinrichtung möge nun so aufgebaut sein, daß die Uhrzeitabweichung als Funktion der Maschinenleistung eine mehr oder weniger geneigte Kennlinie ergibt, dargestellt z. B. durch die Gerade $\alpha - \alpha$ im Diagramm B in Abb. 2. Bei der Maschinenleistung N_I^* ist die Uhrzeitabweichung Null, so daß alle Synchronuhren zeitrichtig laufen. Bei kleineren oder größeren Leistungen ergeben sich positive oder negative Zeitabweichungen; sie sind jedoch für die Ganggenauigkeit der Synchronuhren praktisch ohne Bedeutung, da sich der Ungleichförmigkeitsgrad der Kennlinie auf wenige Sekunden beschränken läßt. Schaltet man nun der Maschine eine zweite, ebenfalls uhrzeitgeregelte, mit der Kennlinie $\beta - \beta$ parallel, so beteiligen sich beide Maschinen gemeinsam an der Frequenzhaltung, wobei sich die Leistung zwischen ihnen im umgekehrten Verhältnis der Steilheiten der Kennlinien aufteilt. Eine Gesamtforderung von N'_{ges} Kilowatt erfüllen die Maschinen z. B. mit einer Leistungsbeteiligung im Verhältnis N'_I/N'_{II}, wobei eine positive Uhrzeitabweichung von $\Delta t'$ Sekunden besteht. Es können sich natürlich nicht nur zwei, sondern drei und mehr Maschinen gemeinsam an der Frequenzhaltung beteiligen. Ordnet man bei Netzkupplungen jedem Netz eine so geregelte Maschine oder Maschinengruppe zu, so wird die Frequenzhaltung auf eine sehr breite, sichere Basis gestellt, wie sie mit der heutigen Gepflogenheit, nur ein Netz mit der Frequenzführung zu betrauen und die anderen für Einhaltung der tariflich festgelegten Übergabeleistungen sorgen zu lassen, niemals zu erreichen ist. Ein solches Parallelarbeiten frequenzgeregelter Generatoren mit stabiler Leistungsverteilung ist, wie Diagramm A zeigt, mit Hilfe einer Isodromregelung nicht ohne weiteres möglich. Das Leistungsverhältnis N'_I/N'_{II} kann hierbei beliebige Werte annehmen, und es wird nach einer gewissen Betriebszeit die mit der elastischeren Rückführung versehene Maschine stets die Gesamtlast an sich ziehen.

Bezüglich der Reglerbauart beschränken wir uns bewußt auf Einrichtungen, die im Anschluß an die üblichen, mit Drehzahlverstellmotor ausgerüsteten Turbinendrehzahlregler arbeiten und dabei deren Tätigkeit im Sinne der Uhrzeithaltung ergänzend beeinflussen. Derartige Einrichtungen besitzen den Vorteil einer sehr allgemeinen Verwendbarkeit. Sie können in Verbindung mit fast jeder Turbine, auch älterer Bauart, arbeiten, machen keine Änderungen an den Turbinen notwendig und lassen sich von einer Maschine auf eine andere umschalten. Jede Uhrzeit-Regeleinrichtung besitzt im übrigen den für alle Regler charakteristischen Aufbau und besteht

aus dem Relais zum Vergleich zwischen astronomischer und Synchronzeit,

aus dem Organ, mit dessen Hilfe nach Maßgabe des vom Relais gegebenen Kommandos geregelt wird, und dem zu regelnden Organ.

Als Regelrelais dient die in Abb. 1 gezeigte Periodenkontrolluhr. Sie erhält zu diesem Zwecke auf ihrem Hauptzifferblatt einen Höchst- und Niedrigstkontakt, welcher nach einigen Sekunden positiver oder negativer Uhrzeitabweichung vom Sekundendifferenzzeiger geschlossen wird und die Weitergabe eines Regelimpulses ermöglicht. Der Kontaktabstand stellt den Unempfindlichkeitsgrad des Reglers dar und läßt sich bei Verwendung einer Normalfrequenz an Stelle der astronomischen Hauptuhr sehr niedrig halten. In manchen Fällen ist es zweckmäßig, auf die Kontakte zu verzichten und dafür auf der Differenzachse eine Bürste anzubringen, die auf einem an eine Gleichspannung angeschlossenen Spannungsteiler schleift. Dabei wird eine der Uhrzeitabweichung proportionale Gleichspannung abgegriffen und somit ein geeignetes Regelkriterium in elektrischer Form geschaffen.

Das Organ, mit dessen Hilfe nach Maßgabe des vom Relais gegebenen Kommandos geregelt wird, ist in den meisten Fällen ein Verstellmotor, und zwar, soweit es sich um Dampf- und Wasserturbinen sowie Diesel- und Gasmotoren als Antriebsmaschinen handelt, der Drehzahlverstellmotor des Drehzahlreglers. Dient ein Elektromotor als Antriebsmaschine, wie es z. B. bei kleineren Anlagen für Fabriken, Schiffe usw. der Fall ist, so wird man dessen Erregung über einen Vorwiderstand mit Hilfe des Verstellmotors beeinflussen.

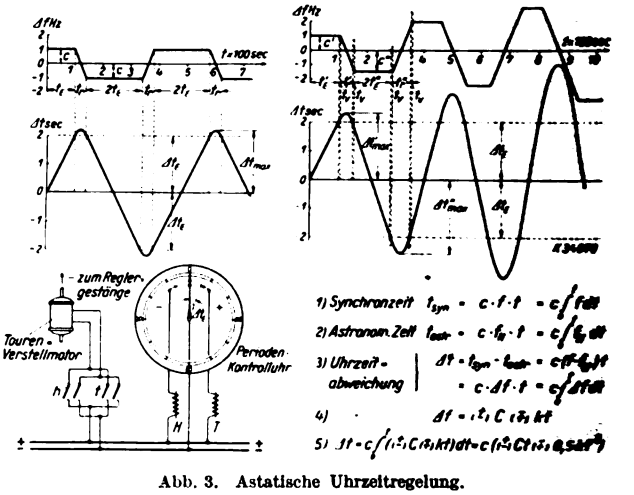


Abb. 3. Astatische Uhrzeitregelung.

Ein Uhrzeitregler sehr einfachen Aufbaues ergibt sich gemäß Abb. 3 dadurch, daß von dem Höchst- und Niedrigstkontakt der Periodenkontrolluhr ein „Tiefer"-

Digitized by Google

oder „Höher"relais T bzw. H an Spannung gelegt wird, so daß der Drehzahlverstellmotor durch Schließen der betreffenden Arbeitskontakte t oder h anläuft und sowohl Dampfmenge wie Frequenz herabsetzt oder erhöht. Die Schaltung ist in dieser einfachen Form unbrauchbar, da sich allmählich ansteigende Pendelungen der Frequenz ergeben. Angenommen, die Uhrzeitabweichung sei Null, und die Netzfrequenz steige infolge einer Entlastung plötzlich um einen gewissen Betrag. Dann läuft eine sich stetig vergrößernde positive Uhrzeitabweichung auf, so daß der Differenzzeiger der Periodenkontrolluhr nach rechts wandert, den Maximalkontakt schließt und über das Relais T die Tieferregelung der Frequenz veranlaßt. Solange die sich nun allmählich verringernde Frequenzabweichung noch positiv ist, wird die Uhrzeitabweichung wachsen. Ist die Frequenzabweichung Null geworden, was einem Frequenzwert von 50 Hz entspricht, so hat die Uhrzeitabweichung ihren Höchstwert erreicht, um bei negativ werdender Frequenzabweichung langsam zu fallen. Der Differenzzeiger, der über den Höchstkontakt hinausgelaufen ist, ihn aber trotzdem geschlossen hält, wandert jetzt rückläufig und öffnet ihn schließlich wieder, womit der Regelvorgang beendet ist. Inzwischen ist aber die Frequenzabweichung negativ geworden, so daß sich die Uhrzeitabweichung nach Öffnen des Höchstkontaktes auf Null verringert, schließlich negative Werte annimmt und durch Betätigung des Niedrigstkontaktes eine Höherregelung einleitet. Nun wiederholen sich die gleichen Vorgänge mit negativem Vorzeichen, woran sich wieder eine Tieferregelung schließt, usf. Die Schwingungen klingen nie ab, stets wenn die Frequenzabweichung den Wert Null besitzt, erreicht die Uhrzeitabweichung ein Maximum oder Minimum. Ist die Uhrzeitabweichung Null, so hat die Frequenz einen Extremwert. Diese Schwingungen erhalten unter Berücksichtigung der unvermeidbaren Verzögerung zwischen Schließen und Öffnen des Höchst- und Niedrigstkontaktes einerseits und Beginn sowie Beendigung der entsprechenden Frequenzänderung anderseits eine allmählich ansteigende Tendenz. Die in Abb. 3 dargestellten Kurven der Uhrzeit- und Frequenzabweichung als Funktion der Zeit, die unter sehr vereinfachenden Annahmen errechnet wurden, veranschaulichen die Verhältnisse.

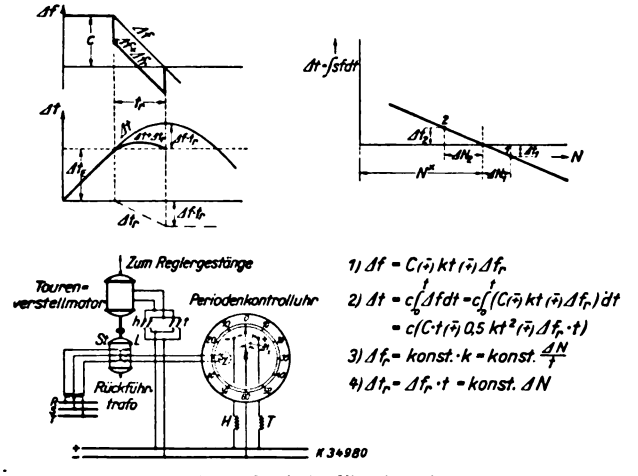


Abb. 4. Statische Uhrzeitregelung.

Die eben beschriebene Regeleinrichtung kann nun für den praktischen Betrieb dadurch brauchbar gemacht werden, daß das auf die Periodenkontrolluhr wirkende Frequenzintegral durch eine Rückführung verfälscht wird. Besaß vorher die Uhrzeitabweichung beim Frequenzwert 50 Hz ihren Höchst- oder Niedrigstwert, so muß sie jetzt die dem Kontaktabstand der Periodenkontrolluhr entsprechende Größe besitzen, so daß im Augenblick des Erreichens der Normalfrequenz die Regelung beendet wird und eine neue Uhrzeitabweichung nicht auflaufen kann. Hierdurch lassen sich die Pendelungen ganz vermeiden oder zumindest bei schwächer bemessener Rückführung stark dämpfen. Abb. 4 zeigt die Verwirklichung dieses Gedankens. Der Synchronmotor der Periodenkontrolluhr wird nicht unmittelbar an den Spannungswandler angeschlossen, sondern erhält seine Frequenz über einen mit dem Drehzahlverstellmotor gekuppelten Rückführtransformator. Dies ist ein Drehtransformator, welcher in Ruhestellung die Netzfrequenz hindurchläßt, bei Bewegung jedoch diese erhöht oder senkt, je nachdem der Drehzahlverstellmotor höher oder tiefer regelt. Die auf die Periodenkontrolluhr wirkende Synchronzeit wird somit um einen Betrag verfälscht, der dem Produkt aus Drehzahl und Gangdauer des Verstellmotors, also der Wegänderung des Gestängefestpunktes des Drehzahlreglers proportional ist. Da die Lage dieses Punktes etwa der Maschinenleistung entspricht, besteht mithin zwischen letzterer und dem Verfälschungsbetrage der Synchronzeit, d. h. der Uhrzeitabweichung, eine lineare Beziehung. Die Regelung ist statisch. Das rechts gezeichnete Diagramm gibt diese Abhängigkeit wieder. Bei der Maschinenleistung N^* ist die Uhrzeitabweichung Null, um bei wachsender oder fallender Last negative oder positive Werte anzunehmen. Hierbei handelt es sich um dieselbe Kennlinie wie in Abb. 2 Diagramm B, woraus ersichtlich ist, daß die Regeleinrichtung nicht nur für genaue Uhrzeit sorgt, sondern auch den Parallelbetrieb mehrerer in gleicher Weise geregelter Maschinen mit eindeutiger Lastverteilung ermöglicht.

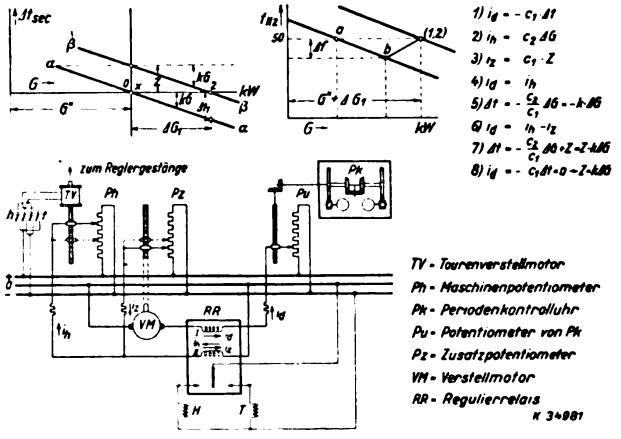


Abb. 5. Statische Uhrzeitregelung mit astatischer Korrektur.

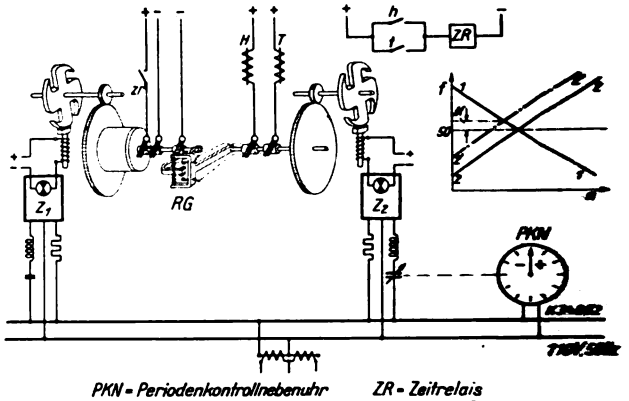
Zum Zwecke der Regelung erweist es sich oft als zweckmäßig, alle maßgeblichen Einflußgrößen, wie Uhrzeitabweichung, Frequenz, Maschinenleistung usw., in proportionale Gleichströme umzuwandeln. Sie lassen sich in einfachen Summen- und Differenzschaltungen leicht im Sinne des Regelzieles vereinigen, wobei die eigentliche Regelung durch hochempfindliche Drehspulrelais erfolgt. Abb. 5 zeigt eine nach diesen Grundsätzen entwickelte Regeleinrichtung. Das Meßsystem des Drehspulrelais RR besitzt zwei Wicklungen I und II. Es befindet sich im Gleichgewicht, wenn der Gesamtstrom in der einen Wicklung entgegengesetzt gleich dem in der anderen Wicklung und damit die resultierenden AW. nicht gleich Null sind. Überwiegt der eine oder andere Strom, so wird rechts oder links Kontakt gegeben, so daß über die Relais T oder H und deren Arbeitskontakte t und h der Drehzahlverstellmotor die Frequenz herabsetzt oder erhöht. Durch Spule I fließt ein Strom i_d, welcher der Uhrzeitabweichung proportional ist und von dem mit der Differenzachse der Periodenkontrolluhr P_k gekuppelten Bürstenabgriff des Potentiometers P_u hergeleitet wird. Spule II führt zwei Ströme, einen Zusatzstrom i_z, welcher zunächst vernachlässigt werden soll, und den Rückführstrom i_h. Er wird dem Rückführpotentiometer P_h entnommen, dessen Abgriff der Drehzahlverstellmotor TV

Digitized by Google

betätigt, und ist daher angenähert proportional der Maschinenleistung. Die Regelung befindet sich im Gleichgewicht, wenn im Relais *RR* Gleichheit zwischen den Strömen i_d und i_h besteht, wenn also die jeweilige Uhrzeitabweichung proportional der Maschinenleistung ist. Diese Beziehung wird aber durch die Gerade $\alpha - \alpha$ in dem linken Diagramm dargestellt. Es ist dieselbe Kennlinie, wie sie Abb. 4 aufweist, so daß beide Einrichtungen das gleiche Ergebnis erreichen.

Die Regeleinrichtung kann mit einem Zusatz ausgerüstet werden, welcher die mit der Statik der Kennlinie verbunden bleibenden Uhrzeitabweichungen beseitigt. Bei der Maschinenleistung $G^* + \Delta G_1$ besteht gemäß Kennlinie $\alpha - \alpha$ eine Uhrzeitabweichung von Δt_1 Sekunden. Durch Parallelverschiebung der Charakteristik in die Lage $\beta - \beta$ annulliert sich diese Abweichung. Der durch Spule *II* des Relais *RR* fließende Zusatzstrom i_z bewirkt je nach seiner Größe und Richtung eine beliebige Parallelverschiebung der Kennlinie. Er kommt von einem Zusatzpotentiometer P_z, dessen Abgriff von einem Verstellmotor *VM* verändert werden kann. Besteht nach erfolgter Regelung noch eine gewisse Uhrzeitabweichung, so versetzt der damit verbundene Strom i_d den Verstellmotor *VM* in Umdrehungen, verändert dadurch i_z, so daß erneut das Gleichgewicht im Relais *RR* gestört ist und eine Nachregelung stattfindet. Sie ist erst dann beendet, wenn *VM* in Ruhe ist, d. h. i_d die Größe Null besitzt; dann ist aber auch die Uhrzeitabweichung Null. Die Beseitigung der verbleibenden Uhrzeitabweichung hat natürlich nur Sinn, wenn kein Parallelbetrieb uhrzeitgeregelter Maschinen zur Diskussion steht. Wesentlich bessere Regelergebnisse, d. h. eine schnellere Beseitigung und geringere Größe der vorübergehenden Uhrzeitabweichungen, werden sich mit Regeleinrichtungen erzielen lassen, bei welchen zwischen statischen Drehzahlregler der Maschine und Uhrzeitregler ein elektrischer Frequenzregler geschaltet wird. Die in Abb. 5 gezeigte Einrichtung läßt sich leicht durch einige Zusatzgeräte in diesem Sinne ergänzen. Es muß vor allem die neu hinzukommende Einflußgröße — die Frequenz — verzögerungsfrei in einen proportionalen Gleichstrom umgewandelt werden. Diesem Zweck dient ein sogenannter Röhrenfrequenzmesser, eine in Verbindung mit einem Schwingungskreis arbeitende Röhrenschaltung. Der diesem Röhrenfrequenzmesser entnommene, der Frequenz proportionale Gleichstrom durchfließt ein Drehspulrelais gleichen Aufbaues wie das in Abb. 5 gezeigte Relais *RR* und wird hier mit einem dem Sollwert der Frequenz entsprechenden Strom verglichen. Bei Frequenzabweichungen spricht das Relais an und verändert über den Drehzahlverstellmotor die Netzfrequenz so lange, bis wieder der Sollwert 50 Hz erreicht ist. Nach Auflaufen einer gewissen Uhrzeitabweichung verfälscht nun der Uhrzeitregler den Sollwertstrom für die Frequenz und beseitigt damit durch kurzzeitige Erzeugung einer von 50 Hz abweichenden Frequenz die Uhrzeitdifferenz. Die Frequenzregelung wird zudem mit einer Rückführung ausgerüstet, so daß sich hohe Regelgeschwindigkeiten ohne Gefahr einer Überregelung erzielen lassen. Im übrigen erhält auch die Uhrzeitkorrektur statischen Charakter.

Eine andere Ausführungsform eines Uhrzeitreglers mit vorgeschaltetem Frequenzregler zeigt Abb. 6. Z_1 und Z_2 sind mit Kontaktvorrichtungen ausgerüstete Zähler, welche die Netzfrequenz in eine proportionale Impulsfrequenz umformen und über zwei Drehmagnete sowie Getriebe den Gabelkontakt und Kontaktarm eines Relais *RG* in Umdrehung versetzen. Bei Gleichheit der Drehzahlen befindet sich der Kontakt in der Mitte der Gabel; überwiegt jedoch die Rotationsgeschwindigkeit der Gabel oder des Kontaktes, so wird Höherrelais *H* oder Tieferrelais *T* an Spannung gelegt, so daß der Drehzahlverstellmotor eine Frequenzänderung veranlaßt. Die Kennlinien der beiden Zähler Z_1 und Z_2 sind, wie im Diagramm dargestellt, entgegengesetzt geneigt, ihr Schnittpunkt liegt bei 50 Hz. Bei steigender oder fallender Netzfrequenz verändern sich die Drehzahlen beider Zähler proportional, jedoch in verschiedenem Sinne. Bei fallender Frequenz wird Zähler *2* langsamer und Zähler *1* schneller laufen, so daß Höherrelais *H* anspricht und eine Frequenzsteigerung veranlaßt. Gleichzeitig erhält über den Arbeits-



PKN = Periodenkontrollnebenuhr — ZR = Zeitrelais
RG = Relais mit Gabelkontakten — H = Höher-Relais
Z_1, Z_2 = Frequenzzähler — T = Tiefer-Relais

Abb. 6. Frequenzregler mit Uhrzeitkontrolle.

kontakt *h* das Zeitrelais *ZR* Spannung und löst durch Betätigung seines Arbeitskontaktes *zr* kurzzeitig eine magnetische Kupplung, wodurch der Kontaktarm unter dem Einfluß zweier Federn wieder in die Mittelstellung der Gabel gezogen und der Regelimpuls beendet wird. Falls die Größe des Impulses genügend war, um die Frequenzänderung zu beseitigen, ist das Gleichgewicht im Relais hergestellt, andernfalls eilt erneut der Gabelkontakt vor und gibt einen neuen Regelimpuls. Zum Zwecke der Uhrzeitregelung erhält nun der Schwingungskreis des Frequenzzählers Z_2 einen veränderlichen Kondensator, welcher vom Differenzzeiger der Perioden-Kontrollnebenuhr verstellt werden kann. Hierdurch verschiebt sich die Charakteristik des Zählers. Bei positiver oder negativer Uhrzeitabweichung erniedrigt oder erhöht sich der Schnittpunkt der beiden Kennlinien $1-1$ und $2-2$, wodurch infolge des geänderten Frequenzsollwertes die Uhrzeitabweichung herausgeregelt wird.

Abschließend sei erwähnt, daß es bei sehr hoher Regelgeschwindigkeit zweckmäßig sein kann, den Einfluß über einen hochempfindlichen, mit elektrischem Meßsystem ausgerüsteten Öldruckverstärker unmittelbar in das Reglergestänge zu übertragen. Die mit dem Drehzahlverstellmotor verbundene Verzögerung wird hierdurch ausgeschaltet, weiterhin fällt das Regelrelais weg. Allerdings sind derartige Einrichtungen kostspieliger in der Anschaffung und bedingen gewisse bauliche Änderungen am Drehzahlregler.

Zusammenfassung.

Uhrzeit-Regeleinrichtungen gewährleisten nicht nur die Ganggenauigkeit aller an das Netz angeschlossenen Synchronuhren, sondern ermöglichen auch die Frequenzhaltung und den Parallelbetrieb frequenzführender Maschinen oder Kraftwerke. Bei der Besprechung der Ausführungsbeispiele fanden elektrisch wirkende Regeleinrichtungen Berücksichtigung, die als Zusatzgeräte in Verbindung mit jedem üblichen statischen Drehzahlregler arbeiten können.

Schrifttum:

M. Schleicher: „Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe". Berlin: Julius Springer 1932.
W. Stäblein: „Die Technik der Fernwirkanlagen." München und Berlin: R. Oldenbourg 1934.

Digitized by Google

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

621.317.014:621.315.21 **Erdschlußanzeige mittels Kabelumbauwandler und Drehwähler in Kabelnetzen mit nicht geerdetem Sternpunkt.** — Im allgemeinen erfolgt die Stromverteilung in Mittelspannungsnetzen durch eine Vielzahl von Kabeln, die von einem Schalthause aus gespeist werden. Tritt in einem dieser Kabel ein Erdschluß auf, so nimmt der Sternpunkt des Netzes gegen Erde die Sternspannung an und es fließt in dem beschädigten Kabel ein Erdschlußstrom zur Fehlerstelle, der ganz unabhängig von der Lage des Erdschlusses eine konstante Größe hat, die durch die Erdkapazität des Netzes

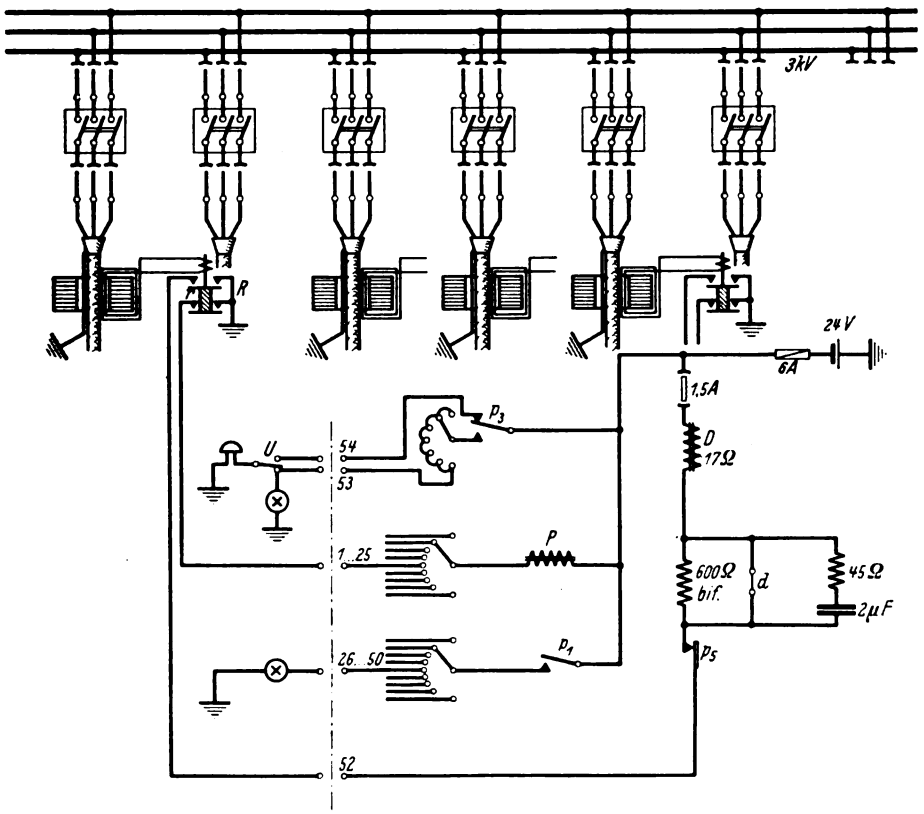


Abb. 1. Erdschlußanzeige für Kabelnetze.

bedingt ist. Da die Summe der kapazitiven Ströme in den beschädigten wie auch den gesunden Kabeln nicht gleich Null ist, läßt sich sowohl aus der Stromrichtung als auch der Stromgröße des kapazitiven Summenstromes das fehlerbehaftete Kabel feststellen. Die verschiedene Stromrichtung der kapazitiven Ströme in dem gesunden und dem fehlerbehafteten Kabel führt zur Unsymmetrieschaltung, welche die drei Leiterströme des Kabels durch drei sekundär-parallel geschaltete Stromwandler summiert und über ein richtungsabhängiges Instrument führt.

Während in diesem Falle für jedes Kabel drei Stromwandler und ein Relais erforderlich sind, führt die Berücksichtigung der Stromgröße zu der Lösung mit einem Wandler je Kabel nach Art eines Kabelumbauwandlers, der auf die Größe des Erdschlußstromes des Netzes abgestimmt ist und denselben magnetisch erfaßt. Von Bedeutung ist dabei die Verwendungsmöglichkeit eines Drehwählers für die Erdschlußanzeige sämtlicher Kabel. Abb. 1 zeigt die Arbeitsweise. Bei Einbau des Kabelumbauwandlers muß die Erdleitung des Kabels durch denselben zurückgeführt werden, um den Teil des Erdschlußstromes zu kompensieren, der durch den Kabelmantel zurückfließt und erfahrungsgemäß $\geqq 30\%$ ist. Der Drehwähler ist, je nach Kabelzahl, 25- oder 50teilig, genau wie bei seiner Verwendung in der automatischen Telephonie.

Tritt ein Erdschluß in dem Kabelnetz auf, dann schickt der Wandler entsprechend seinem Übersetzungsverhältnis durch die Spule des ihm zugeordneten Stromrelais R einen Sekundärstrom, der dem vollen Erdschlußstrom entspricht. Durch Schließen der Kontakte r wird das Schaltwerk des Drehwählers in Tätigkeit gesetzt und schaltet Schritt für Schritt weiter (D zieht an, d öffnet, D fällt ab, d schließt usw.), bis der Schaltarm den Kontakt erreicht hat, der dem betreffenden, mit Erdschluß behafteten Kabel zugeordnet ist. Dadurch zieht Relais P an und gibt über p_1 und p_3 Signal- und Kabelbezeichnung (p_5 wird geöffnet). Durch eine Drucktaste kann das Schaltwerk des Drehwählers einen Schritt weiter geschaltet werden, so daß der Drehwähler nochmals sämtliche Kabel auf Erdschluß überprüft. Ist die erdschlußbehaftete Phase auch in einem zweiten Kabel beschädigt, dessen Anschlußsegment vor der Ruhestellung des Drehwählers lag, so wird auch dieses ermittelt. G. Fischer, Danzig.

621. 311. 22 (73/79) **170 at als neue Entwicklungsstufe wirtschaftlicher Krafterzeugung im amerikanischen Kraftwerkbau.** — Die wirtschaftliche Dampferzeugung führte innerhalb der letzten Jahrzehnte zur Anwendung ständig steigender Dampfdrücke[1]). Ph. Sporn berichtet über die Gesichtspunkte bei Planung der ersten amerikanischen Höchstdruckanlage im Twin Branch-Werk der Indiana & Michigan El. Comp., die im Sommer 1939 in Betrieb gehen soll. Das zu speisende Netz hat Industrie- und Wohngebietversorgung und ist weitgehend mit Nachbarnetzen gekuppelt, die einstweilen zur Deckung des Mehrbedarfes herangezogen werden. Twin Branch hat gegenwärtig 2 × 42 000 kW installierte Leistung und arbeitet mit kleiner Wasserkraft parallel. Ständiges Anwachsen des Bedarfes führte zu Überlegungen, ob Förderung von Kohle oder Elektrizität bei den vorhandenen Übertragungs- und Raumverhältnissen wirtschaftlicher sei. Es ergab sich bei dem zu erwartenden Belastungsfaktor von 70% der Grenzwert der Übertragungsentfernung zu rd. 180 km, so daß eine Erweiterung des obengenannten Werkes durch eine Hochdruckeinheit in Betracht gezogen wurde. In der voraussichtlichen Wintertagesbelastung fällt der neuen 67 500 kW-Einheit die Grundlast zu, während die bereits vorhandene Leistung den Rest übernimmt. Eingehende Untersuchungen der Erweiterungsmöglichkeiten ließen die wirtschaftliche Überlegenheit des Hochdruckes erkennen. Man wählte 170 at und 505° C. Vergleichende Betrachtung verschiedener Dampfzustände und Kreisläufe führte zu diesen Werten; dabei erwies sich der Kessel kritischer als die Turbine. Etwa 170 at ergab sich als obere Grenze des natürlichen Dampfumlaufes, der im Kessel beherrscht werden kann; hierbei entfallen noch umfangreiche Förderpumpenanlagen. Die vorgesehene 18stufige Hochdruckturbine für 22 500 kW besitzt zwei Anzapfungen und ist für 3600 U/min entworfen. Der Stromerzeuger ist wasserstoffgekühlt und mit unmittelbar gekuppelter Erregermaschine versehen; das Kurzschlußverhältnis beträgt 89%. Die 17stufige Niederdruckturbine besitzt vier Anzapfungen und leistet 45 000 kW bei $n = 1800$ U/min. Die Kesselspeisepumpen sind durch eigne Turbinen mit besonderen Kondensatoren mit etwa 3600 U/min angetrieben. Dabei ist noch eine mögliche Speisung des Hochdruckkessels von der bestehenden 46 at-Anlage vorgesehen. Der gesamte Eigenbedarf der neuen Anlage wird ge-

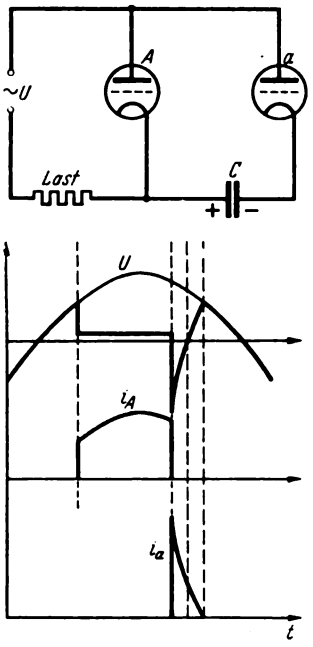
[1]) W. Ellrich, ETZ 58 (1937) H. 10, S. 275. K. Schröder, ETZ 58 (1937) H. 22, S. 595, ETZ 58 (1937) H. 31, S. 838.

Digitized by Google

rade gleich dem einer jetzigen 42 000 kW-Einheit sein. Der Kessel, dessen Rohre fast sämtlich senkrecht stehen, wird eine Dampfleistung von rd. 250 t/h für Dampf von etwa 170 at bei 505° C Endtemperatur besitzen. Die gegenwärtigen beiden 42 000 kW-Einheiten arbeiten über 132 kV-Doppelsammelschienen auf sechs Freileitungen. Außerdem ist ein 27 kV-Mittelspannungsnetz vorhanden. Die Erweiterungsanlage wird elektrisch als eine Einheit geschaltet; dabei wird mittels eines Dreiwicklungsumspanners eine Speisemöglichkeit für das Hoch- und Mittelspannungsnetz bei geringer Schalterzahl erreicht. [Ph. Sporn, Electr. Wld., N. Y. 108 (1937) S. 1203; 6 S., 4 Abb.] *Tsch.*

Geräte und Stromrichter.

621. 314. 65. 018. 143 Stromrichter mit voreilendem Leistungsfaktor und Stromrichter-Phasenschieber. — Es sind Stromrichterschaltungen bekannt, bei denen das Steuern nicht durch eine hinausgezögerte Zündung, sondern durch verfrühte Löschung der Anoden herbeigeführt wird. Solche Gleichrichter entnehmen dem Wechselstromnetz einen voreilenden Strom. Die Veröffentlichung behandelt eingehend eine nach diesen Gesichtspunkten aufgebaute Anordnung.



U Wechselspannung i_A Anodenstrom i_a Löschstrom

Abb. 2. Grundschaltbild.

Abb. 2 zeigt die Grundschaltung, bei der die vorzeitige Löschung der Hauptentladungsstrecke *A* durch Überlagerung einer Entladungsspitze des Kondensators *C* erreicht wird. Die Entladung des Kondensators wird durch Zünden des Löschrohres *a* im gewünschten Zeitpunkt herbeigeführt. Des weiteren ist der Verlauf der Spannung Anode — Kathode, des Anodenstromes und des Löschstromes dargestellt. Statt einer Kondensatorentladung kann auch eine der Grundwelle überlagerte Spannung von vielfacher Frequenz und etwas höherem Scheitelwert benutzt werden.

Um mit kleinen Kondensatorleistungen auszukommen, empfiehlt es sich, Mehrphasenanordnungen aus zwei Gruppen derart aufzubauen, daß die Aufladung des Kondensators bei der Löschung der einen Gruppe zur Löschung der anderen Gruppe benutzt wird. Abb. 3 zeigt eine Zwölfphasenschaltung. *A* und *B* sind die Hauptentladungsgefäße, *a* und *b* die Löschgefäße. Die Nullpunktanoden ermöglichen eine getrennte Regelung der Spannung und des Leistungsfaktors. Die Kathoden beider Gruppen sind über die Drossel L_K verbunden, da eine unmittelbare Verbindung wegen des Kondensators nicht möglich ist. Die Drossel L_O zwingt die Löschgefäße, den Kondensator aufzuladen, während sie sonst auf die Belastung arbeiten würden.

Bezeichnet man mit α den Zündwinkel der Hauptentladungsstrecken, mit β den Zündwinkel der Löschentladungsstrecken und mit δ die Entladungszeit des Löschkondensators in elektrischen Graden, so ergibt sich der Mittelwert der Gleichspannung zu

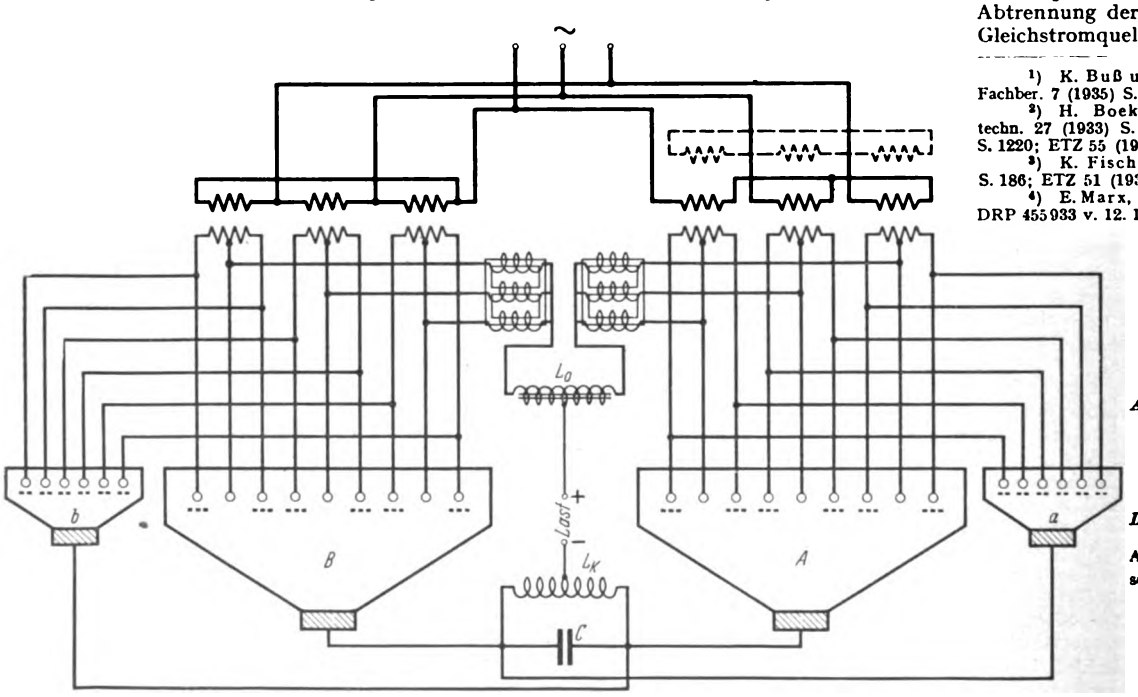
$$U_0 = \frac{2\,U_m}{\pi}\,\frac{\cos\alpha - \cos(\beta+\delta)}{2}.$$

Die Welligkeit des Gleichstromes soll nur wenig verschieden sein von der Welligkeit bei üblichen Schaltungen mit Nullpunktanode. Die erforderliche Leistung des Löschkondensators hängt von dem höchsten gewünschten Wert des Winkels β und der erforderlichen Entionisierungszeit ab. Der Verfasser glaubt bei begrenztem Regelbereich mit einer Kondensatorleistung in VA von 2 bis 6% der gleichgerichteten Leistung auskommen zu können. Die beschriebenen Schaltungen können auch für Wechselrichterbetrieb verwendet werden.

Schließt man die Belastung kurz und stellt einen Zündwinkel von nahezu $-\pi/2$ ein, so liefert die Anordnung in das Wechselstromnetz einen Blindstrom, man erhält somit eine Phasenschieberanordnung. Die Arbeit enthält weiterhin Berechnungen über die Werte der Anodenströme und die Ausnutzung der Umspannerwicklungen. [G. I. Babat u. J. A. Kazman, Elektritschestwo 58 (1937) H. 4, S. 8; 9 S., 17 Abb.] *J. S.*

621. 313. 12. 015. 33 Stoßgenerator für 1400 kV gegen Erde in zwei Stufen. — Der 1934 fertiggestellte einstufige Stoßgenerator für 700 kV[1]), bei dem mittels der von H. Boekels[2]) angegebenen Schaltung aus einem Hochspannungstransformator nach K. Fischer[3]), einer Sonderkonstruktion, die eine sehr gute kapazitive Steuerung in den konzentrischen Wicklungsabschnitten aufweist, unmittelbar 700 kV gehackter Gleichstrom zum Aufladen eines Kabelkondensators auf 700 kV verwandt werden, wurde durch Anfügen eines zweiten Kabelkondensators, der für 700 kV gegen Erde isoliert aufgestellt wurde, auf doppelte Scheitelspannung gebracht. Den grundsätzlichen Aufbau zeigt Abb. 4. Er unterscheidet sich von dem üblichen Aufbau nach Erwin Marx[4]) dadurch, daß er bei der niedrigen Stufenzahl einerseits die selbsttätige Reihenschaltung über Funkenstrecken durch eine zwangsläufige über eine druckluftbetätigte Schaltfunkenstrecke SF_1 ersetzt, anderseits die Abtrennung der Stufen von der Gleichstromquelle nicht durch

[1]) K. Buß und W. Vogel, VDE-Fachber. 7 (1935) S. 61.
[2]) H. Boekels, Arch. Elektrotechn. 27 (1933) S. 128; ETZ 54 (1933) S. 1220; ETZ 55 (1934) S. 603.
[3]) K. Fischer, ETZ 46 (1925) S. 186; ETZ 51 (1930) S. 1765.
[4]) E. Marx, ETZ 45 (1924) S. 652. DRP 455933 v. 12. 10. 1923.



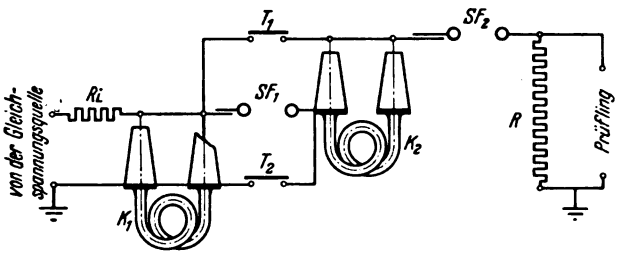
A, B Hauptentladungsgefäße
a, b Löschgefäße
C Löschkondensator
L_K, L_O Drosseln

Abb. 3. Zwölfphasenschaltung mit Löschkondensator.

Digitized by Google

hohe Widerstände, sondern durch druckluftbetätigte Trennschalter T_1 und T_2 bewirkt, ähnlich einer früher angegebenen Schaltung[1]), nach der ebenfalls nach paralleler Aufladung der Stufen Abtrennung von der Gleichspannungsquelle mit darauffolgender Reihenschaltung der Stufen über Schalter vorgesehen ist.

Bemerkenswert ist, daß für den Kabelkondensator nicht wie bei dem von Berger und Schneeberger[2]) entwickelten Kabelstoßgenerator eine Kabelsonderanfertigung, sondern ein gängiges 50 kV-Drehstromkabel in Höchststädterausführung mit verstärkten Endverschlüssen gewählt wurde. Die wirksame Kapazität des Stoßgenerators beträgt 0,115 µF, das Arbeitsvermögen 110 kWs. Durch die Parallelschaltung der drei Adern des Kabels und Verbinden von Anfang und Ende des Kabels ergibt sich ein Wellenwiderstand von je rd. 5 Ω. Die Schaltfunkenstrecke SF_2, die fest auf einen etwas über der Ladespannung der Stufen liegenden Spannungswert eingestellt wird, ist als Stabfunkenstrecke ausgebildet. Der dem Prüfling parallelgeschaltete Entladewiderstand R ist ein einstellbarer Flüssigkeitswiderstand. Die Aufladung der Kondensatoren wird mit einem elektrostatischen Hochspannungszeiger nach Starke-Schroeder beobachtet; zur Aufnahme des Stoßspannungsverlaufs ist ein Kathodenstrahloszillograph für 100 kV unmittelbar anlegbare Stoßspannung vorgesehen, der über einen Spannungsteiler angeschlossen werden kann. Oszillogramme sind der Veröffentlichung leider nicht beigegeben. Besondere Sorgfalt wurde auf die Erdung verwandt, da bei derartigen Kapazitäten Ströme fließen, die ganz besondere Maßnahmen auch in bezug auf den Schutz anderer Anlagen bedingen.



K_1, K_2	Kabelkondensatoren von je 0,23 µF für 700 kV Gleichspannung	T_1, T_2	druckluftbetätigte Ladetrennschalter
R_L	Ladewiderstand	SF_1	druckluftbetätigte Schaltfunkenstrecke
R	Entladewiderstand	SF_2	(Stab-)Trennfunkenstrecke

(Die Schaltskizze wurde vom Berichter nach der Beschreibung entworfen und dem Verfasser des Aufsatzes, Herrn K. Buß, zur Kenntnis gebracht.)

Abb. 4. Stoßgenerator für 1400 kV gegen Erde.

[Anm. d. Berichters: Der Stoßgenerator stellt in seinem eigentlichen Aufbau eine sehr interessante Lösung dar, die durch Anwendung der Fischer-Boekelschen Anordnung, also einer Gleichspannungsquelle hoher EMK, und von Kabelkondensatoren an Stelle der bisher üblichen Platten- und Zylinderkondensatoren eine erhebliche Vereinfachung bedeutet. Dem Berichter scheint jedoch bei einer etwaigen Erweiterung auf drei Stufen die Anwendung des Marxschen Vervielfachungsprinzips einfacher, da an Stelle des bei so großen Kapazitäten stark belasteten einen Ladewiderstandes dann mehrere parallelgeschaltete Widerstände treten. Außerdem können alle Funkenstrecken vor dem Stoß fest eingestellt werden, wobei man durch Bestrahlung der Funkenstrecke SF_1 ein sauberes Ansprechen bei genau gegebener Spannungshöhe erreicht. Dies ist ein versuchsmäßig wichtiger Vorteil, der bei der jetzigen Anordnung nicht ganz sicher erreicht werden kann, auch wenn die Spannung an den Kondensatoren während der Schaltmanöver nur unwesentlich absinken sollte. Hohe Zündspannungen bedingen naturgemäß große Schaltfunkenstreckenelektroden, damit man Vorentladungen vermeidet, die die Steilheit der Welle herabmindern.] [K. Buß, Felten & Guilleaume-Rdsch. (1937) H. 21, S. 2; 7½ S., 10 Abb.] *HM.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

621. 317. 763 Ein Wellenmesser höchster Genauigkeit. — Aufbau und Wirkungsweise eines Wellenmessers für 15 bis 1500 kHz mit einer Genauigkeit von ± 1 Hz unabhängig von der Höhe der zu messenden Welle werden beschrieben. Unter Verwendung der Normalfrequenz der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt von rd. 1000 Hz, die eine Genauigkeit von 1 bis $2 \cdot 10^{-8}$ aufweist, werden Normal-Hochfrequenzen erzeugt, die mit der zu messenden Welle in einem Empfänger zur Überlagerung gebracht werden. Es ist immer möglich, diese Überlagerungstöne in den Bereich der von jedem Empfänger gut wiedergegebenen Tonfrequenzen von 500 bis 3000 Hz zu bringen. Die Höhe der Überlagerungsfrequenz wird mit einer Tonfrequenzmeßbrücke bestimmt. Zur Berechnung der tatsächlichen Sendewelle ist es nur erforderlich, die Frequenz des Überlagerungstones von der Frequenz der in Frage kommenden Normal-Hochfrequenz abzuziehen oder ihr zuzuzählen. Das Vorzeichen liefert eine Grobwellenmessung. Die Bildung der Normal-Hochfrequenzen geschieht in zwei Stufen: Hinter einem ersten Röhrenverzerrer werden wahlweise die fünfte bis dreizehnte Oberwelle der 1000 Hz ausgesiebt — drei Kreise, eine Verstärkerstufe — und einem zweiten Röhrenverzerrer zugeführt. An einer Drossel im Anodenkreis dieses zweiten Verzerrers werden die Normal-Hochfrequenzen abgenommen. Wurden z. B. die drei Kreise durch den Wahlschalter auf 8 kHz eingestellt, so treten hinter dem zweiten Verzerrer die Frequenzen 8, 16, 24 bis 1500 kHz auf, die ohne weitere Abstimmung zur Messung verwendet werden. Um die Sender während ihres Betriebes (Tastung oder Modelung) messen zu können, werden die Überlagerungstöne über ein Tonsieb geleitet und ein Schwebungssummer mit Hilfe einer Braunschen Röhre auf gleiche Frequenz gebracht. Dieser Summer wird dann mit der Meßbrücke auf ± 1 Hz bestimmt.

Um die Beständigkeit eines Senders zu prüfen, wird ein besonderer Zusatz zum beschriebenen Wellenmesser verwendet. Untersetzungsstufen gestatten die Normalfrequenz auf ½ bis ⅑ (111 Hz) herabzusetzen. Eine nachfolgende Vervielfachung ermöglicht die Bildung einer großen Zahl von Normal-Niederfrequenzen im Bereich von 500 bis 3000 Hz. Einer besonderen Mischstufe werden nun Überlagerungston und Normal-Niederfrequenz zugeführt. Bei geeigneter Wahl der Normal-Niederfrequenz entstehen in der Mischstufe Frequenzen im Bereich von 20 bis 100 Hz, die durch technische Zungenfrequenzmesser angezeigt werden. Bei Verwendung von Zungenfrequenzmessern mit Zungen im Abstand von 1 Hz können Schwankungen des Überlagerungstones und damit der Sendewelle von weniger als ½ Hz erkannt werden. Zur Erweiterung des Meßbereiches des Normalfrequenz-Wellenmessers bis 15000 kHz wird ein indirektes Verfahren angewandt. Ein in gewissen Grenzen veränderlicher Hilfssender, dessen Grundwelle in der Größenordnung von 500 kHz liegt, wird so bemessen, daß er kräftige Oberwellen erzeugt. Eine dieser Oberwellen kann durch Beobachtung der Schwebungen mit der zu messenden Welle bis auf Bruchteile von einem Hertz in Übereinstimmung gebracht werden. Der Hilfssender wird nunmehr bei einer Oberwelle um 1500 kHz auf ± 1 Hz genau gemessen. Wurde eine Welle von 15000 kHz eingeschwebt, so bedingt dies eine Verzehnfachung des Meßfehlers, d. h. die Meßgenauigkeit beträgt dann ± 10 Hz. In den meisten Fällen ist diese Genauigkeit (6.10^{-7}) völlig ausreichend. [H. H. Heinze, Telegr.-Fernspr.- u. Funktechn. 26 (1937) S. 123 u. 205; 7 S., 10 Abb.] *eb.*

Verkehrstechnik.

621. 3 : 629. 13 Die heutige und zukünftige Anwendung der Elektrotechnik in der Luftfahrt. — Der heutige Stand der elektrischen Ausrüstungen von Flugzeugen in den V. S. Amerika wird an einem Beispiel, dem Douglas-Schlafflugzeug, erläutert. Hiervon soll in der Hauptsache nur das erwähnt werden, was von dem in Deutschland Üblichen abweicht[1]). Die Dauerverbraucher als auch die Verbraucher mit stoßweisem Bedarf sind auf zwei getrennte Netze verteilt. Jedes Netz wird durch einen 14,5 V, 50 A-Generator und einem 12 V, 85 Ah-Sammler gespeist. Bei Ausfall von Stromquellen kann jedes Netz auf jeden Generator und jeden Sammler geschaltet werden. Die Leitungen sind einpolig verlegt (mit Masse als Rückleitung) und mit zwei Lagen gefirnißtem Batist und einer lackierten Baumwollbeflechtung isoliert. Sie sind dadurch leichter als die sonst üblichen gummiisolierten Leitungen. Die Sammler sind auf Grundplatten befestigt, die nach unten aus dem Flugzeugrumpf fahrstuhlartig hinausgelassen werden können, so daß die Sammler bequem zugänglich und (in 3 Minuten) auswechselbar sind. Beim Hineinfahren werden die Sammler selbsttätig durch Stecker mit den Bordnetzen

[1]) DRP 358714 v. 20. 3. 1921.

[2]) K. Berger und E. Schneeberger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 24 (1933) S. 325.

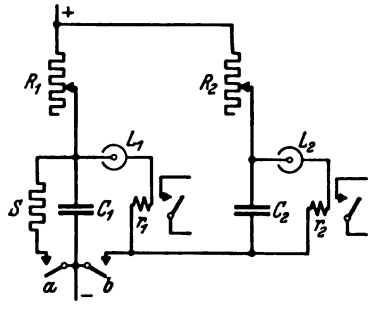
[1]) Über die Verhältnisse in Deutschland siehe H. Viehmann: Die elektrische Bordanlage von Flugzeugen. Erscheint demnächst in dieser Zeitschrift.

Digitized by Google

verbunden. Für den Verkehr mit dem Boden werden ein Empfänger und ein 50 W-Sender mitgeführt, die beide für Telegraphie und Telephonie eingerichtet sind. Ein Baken-Empfänger dient zur Streckennavigation, ein Hilfsempfänger für Notfälle. Die Röhren werden unmittelbar aus dem Bordnetz mit 12 V geheizt; die Anodenspannungen liefern Umformer. Für den Hilfsempfänger werden für den Notfall außerdem kleine Batterien mitgeführt. Zur Verständigung an Bord dient eine Telephonanlage. Diese hat einen Außenbordanschluß, so daß z. B. noch kurz vor dem Start vom Flugplatz aus mit dem Flugzeugführer telephoniert werden kann. In den beiden Flügeln ist außerhalb der Flugmotorengondeln je ein Landescheinwerfer mit einer Lampe für 12 V, 35 A eingebaut, die 25 lm/W, dafür aber nur 100 Std. Lebensdauer hat. Die Geräte müssen bei Außenlufttemperaturen von — 35° bis + 55° arbeiten. Die zahlreichen Gewichtsangaben liegen in derselben Größenordnung wie die von deutschen Geräten.

Mit Rücksicht auf die immer größer werdenden Flugzeuge und Bordnetzleistungen wäre es zur Gewichtsersparnis am einfachsten, auf eine Bordnetzspannung von 24 V hinaufzugehen. In Zukunft ist aber mit Bordnetzleistungen von 10 bis 20 kW zu rechnen. Für solche Leistungen wird der Antrieb der beiden Bordgeneratoren durch eigene Verbrennungskraftmaschinen zweckmäßig. Derartige Anlagen sind bereits eingebaut. Sie liefern einen Wechselstrom von 115 V. Über die günstigste Frequenz herrscht noch keine genügende Klarheit. Geringste Gewichte würden sich bei 800 Hz ergeben. Um ein gutes Arbeiten der Elektromotoren zu erhalten und für die Röhrenheizung der Funkgeräte wäre ein Herabgehen auf 360 Hz angebracht. Für große Flugzeuge könnten unter Umständen Generatoren mit zwei Frequenzen, 800 Hz und 360 Hz, vorteilhaft werden. Einphasen-Wechselstrom und Drehstrom halten sich ungefähr die Waage. Für die 115 V-Bordnetze sollen Lampen von 6 W an aufwärts bereits zur Verfügung stehen. Scheinwerferlampen wurden bereits bis zu einer Größe von 1500 W gebaut. Sender mit 1 bis 2 kW Leistungen werden (z. B. für Transozeanflüge) in Betracht gezogen. Zur Erzeugung der Anodenspannungen dienen bei Wechselstrombordnetzen Transformatoren und Gleichrichter. [W. V. Boughton, Electr. Engng. 56 (1937) S. 959; 5 S., 5 Abb.] *Vn.*

621.398.062.9 : 625.746 Verkehrsregelung durch die Fahrzeuge selbst. — Eine in Paris zur Verkehrsregelung benutzte Einrichtung wird beschrieben, bei der die Signallampen (rot, gelb, grün) durch die Fahrzeuge selbst gesteuert werden[1]). Die



a, *b* Fahrbahnkontakte
R_1, R_2, *S* ohmsche Widerstände
C_1, C_2 Kondensatoren
L_1, L_2 Neonlampen
r_1, r_2 Relais

Abb. 5. Grundsätzliches Schaltbild der selbsttätigen Verkehrsregelung

Einrichtung beruht auf folgenden Grundgedanken (Abb. 5): *a* und *b* sind Kontakte, die unter einer Gummidecke in die Fahrbahn eingebaut sind. Sie werden durch die Fahrzeuge geschlossen und öffnen sich nach dem Überfahren durch Federkraft von selbst wieder. Über *a* fahren die Wagen, die Fahrterlaubnis haben, über *b* diejenigen, die nach dem Überfahren dieses Kontaktes warten müssen, bis die andere Fahrtrichtung freigegeben wird. Angenommen, es würde *a* von einem Fahrzeug überfahren, so entlädt sich der in Reihe mit einem ohmschen Widerstand R_1 an einer Gleichspannung liegende Kondensator C_1 über den zu ihm parallel geschalteten Widerstand *S*. Es sei ferner vorausgesetzt, den Kontakt *b* hätte ein wartendes Fahrzeug geschlossen, wobei dieser Kontakt durch eine besondere Anordnung selbsttätig verriegelt worden wäre, so kann die Neonlampe L_1 erst zünden, wenn die Spannung an C_1 die für L_1 erforderliche Zündspannung wieder erreicht hat. Damit würde ein Strom über das Relais r_1 fließen, das nun seinerseits weitere Schalthandlungen (Betätigung der Signallampen usw.) vornimmt. Ist der Verkehr in der einen Richtung so dicht, daß die Zeit während *a* offen ist, nicht ausreicht, um C_1 wieder bis zur Zündspannung von L_1 aufzuladen, so würde die andere Fahrtrichtung niemals freigegeben werden können. Nun wird aber durch Schließen von *b* auch der Kondensator C_2 über den Vorwiderstand R_2 aufgeladen, so daß eine weitere Neonlampe L_2 bei Erreichung ihrer Zündspannung zündet. Die Folge davon ist wieder die Erregung einer zweiten Relaiswicklung r_2 und die Freigabe der neuen Fahrtrichtung. Die Aufladedauer des Kondensators und damit der Eintritt der Zündung von L_2 hängt ähnlich wie im ersten Falle von den Konstanten R_2 und C_2 des Stromkreises ab. Die Aufladedauer begrenzt damit die Wartezeit der Fahrzeuge, die den Kontakt *b* befahren haben. Die Wartezeit hängt im übrigen von der Dauer des Kontaktschlusses von *a* ab, so daß durch einen langsam fahrenden Wagen C_1 stärker entladen wird wie durch einen schnellfahrenden, denn es wird auch eine längere Zeit bis zur Zündung von L_1 verstreichen. Die Vorwiderstände R_1 und R_2 können verändert und damit die Ladezeiten von C_1 und C_2 willkürlich beeinflußt werden. Die Anlagen können den Verkehrsbedürfnissen weitgehend angepaßt werden.

Einrichtungen dieser Art sind an folgenden Stellen in Paris eingebaut: 1. Kreuzung Quai Henri-IV und Boulevard Henry-IV, 2. Solferino-Brücke—Quai Tuileries, 3. Place de la Trinité, 4. Kreuzung Rue St. Lazare-West—Rue Mogador, 5. Chaussee d'Antin, 6. Rue Chateaudun, 7. Kreuzung Rue St. Lazare (ost)—Rue Blanche. [R. Blancherie, Rev. gén. Électr. 42 (1937) S. 13; 18 S., 21 Abb.] *Kmr.*

[1]) Vgl. a. ETZ 57 (1936) S. 1268.

Elektrische Antriebe.

621. 34-58 : 677. 052 Regelbarer Ringspinnmaschinen-Antrieb. — Einleitend werden die bekannten Fadenzug- und Drehzahlverhältnisse bei Ringspinnmaschinen in den Hauptpunkten zutreffend behandelt. Im zweiten Teil wird die Regelantriebsausrüstung — ein läufergespeister Drehstrom-Nebenschlußmotor bekannter Ausführung und Eigenschaften nebst Spinnregler — besprochen. Der Spinnregler ist jetzt auch auf den Motor aufgebaut; die vorgesehenen Verstellmöglichkeiten lassen eine Einstellung der Grund- und Lagendrehzahlen unabhängig voneinander nicht zu. Die für diesen Regelantrieb angegebene Mehrerzeugung von 25 und 30% ist zu hoch gegriffen und im praktischen Dauerbetrieb nicht zu erreichen. Die in den Abb. 12 und 13 des Aufsatzes dargestellten Regelfälle lassen auch nur auf eine Mehrerzeugung in der Größenordnung von 5% schließen. [G. Starbäck, Asea-J. (engl.) 14 (1937) S. 127; 6 S., 13 Abb.] *F. Ol.*

Fernmeldetechnik.

621. 316. 722 : 621. 385. 16 Ein Spannungsregler für Magnetfeldsender. — Da die Frequenz der mit einem Magnetfeldsender erzeugten Schwingungen sich sehr stark mit der Anodenspannung ändert, ist eine selbsttätige Regelung der letzteren von größter Wichtigkeit. C. G. A. von Lindern beschreibt ein einfaches Verfahren, das bei geringem Aufwand an Schaltmitteln eine ausgezeichnete Spannungsregelung ermöglicht. Die Anordnung ist in Abb. 6 dargestellt. Im einfachsten Fall, für den die in der Abb. 6 gestrichelt gezeichnete Leitungsführung gilt, liegt in einem Zweig der Spannungsquelle, in Reihe mit der Belastung eine Dreipolröhre *L*, deren innerer Widerstand durch den Spannungsunterschied zwischen der Spannung an der Magnetfeldröhre und einer festen Spannungsquelle *B* geändert wird. Durch Zwischenschaltung einer Verstärkerröhre *L'* wird erreicht, daß die feste Spannungsquelle klein gehalten werden kann und außerdem keinen Strom zu liefern braucht, so daß eine Trockenbatterie oder noch besser ein Glimmspannungsteiler verwendet werden kann. Mit dieser Anordnung lassen sich Spannungen in der Größenordnung der Betriebsspannungen der verwendeten Röhren sehr gut auf dem Ausgangswert festhalten. Sollen aber Hochspannungen, wie sie als Anodenspannung bei den Magnetfeldröhren auftreten, selbsttätig geregelt werden, so ist eine Reihe von Schutzmaßnahmen gegen Strom- und Spannungsüberlastung des Reglers zu treffen. Zunächst muß der Widerstand im Anodenzweig der Verstärkerröhre W_1, an dessen Enden die Steuerspannung für die Pufferröhre *L* abgegriffen wird, vergrößert und die Steuerspannung als Teil des Spannungsabfalls an diesem abgegriffen werden. Der Widerstand W_1 wird durch die Widerstände $W_1 + W_2'$ ersetzt. Ferner besteht die Gefahr, daß die Verstärkerröhre nach der Sperrung durch eine genügend negativ gewordene Gitter-

Digitized by Google

spannung durchschlägt; um das zu verhüten, wird parallel zu dieser Röhre eine kleine Glimmlampe geschaltet, die zündet, wenn die höchst zulässige Betriebsspannung der Verstärkerröhre überschritten wird. Weiterhin wird nun die Ausgleichspannung für die Gitterbatterie B der Verstärkerröhre an einem Spannungsteiler W_3+W_4 zwischen den Hochspannungsklemmen abgegriffen, um die Gitterbatterie nicht unnötig groß machen zu müssen. Schließlich muß auch die Anodenspannung der Pufferröhre innerhalb angemessener Grenzen gehalten werden; zu diesem Zweck liegt parallel zu dieser Röhre ein Schutzwiderstand W_5, der die Hälfte des Stromes aufnimmt. Bei der Aufstellung der Formel für den Regelbereich der Hochspannung, der sich bei Verwendung der beschriebenen Schaltung einhalten läßt, muß man neben der Spannung der Hochspannungsquelle U und der Größe der festzuhaltenden Spannung U' den Widerstand der Belastung W_B, den Innenwiderstand der Pufferröhre W_i sowie deren Steilheit S und die Steilheit sowie die Verstärkungsziffer S' bzw. g der Verstärkerröhre kennen. Mit diesen Größen ergibt sich für die beschriebene Schaltung die Beziehung

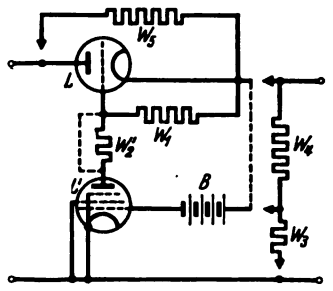


Abb. 6. Schaltanordnung zur Spannungsregelung für Magnetsender.

$$\Delta U' = \frac{\Delta U + i \dfrac{\Delta W_B}{W_B} \cdot \dfrac{W_i W_5}{W_i + W_5}}{\alpha S W_1 S' \dfrac{W_i W_5}{W_i + W_5} + \dfrac{1}{W_B} \dfrac{W_i W_5}{W_i + W_5} + 1},$$

wo die Größe α der Beziehung $\alpha = \dfrac{W_3}{W_3+W_4}$ genügt. Unter der Voraussetzung eines unveränderlichen Belastungswiderstandes ($h = 0$) und der Annahme, daß $\alpha S W_1 S' \gg \dfrac{1}{W_B}$ und $\alpha S W_1 S' \dfrac{W_i W_5}{W_i + W_5} \gg 1$ ist, erhält man für den Regelbereich der Hochspannung in einfacher Beziehung $\Delta U' = \dfrac{\Delta U}{\alpha S W_1 g}$. Ist in einem praktischen Fall z. B. $\alpha = 1/6$, $g = 10$, $S = 2 \dfrac{mA}{V}$, $w_2 = 175\,000\ \Omega$, so hat man: $\Delta U' = \dfrac{\Delta U}{580}$ V. Ändert sich also eine Hochspannung im Betrage von 1500 V um 300 V, d. h. um 20%, so ändert sich die geregelte Spannung nur um weniger als 0,6 V, d. h. 4‰, womit gezeigt ist, daß der beschriebene Spannungsregler in vorzüglicher Weise seinen Zweck erfüllt. [C. G. A von Lindern, Phil. Transm. News 3 (1937) S. 11; 3 S., 3 Abb.] *E. C. M.*

621. 396. 712. 072. 6 Über den Temperaturausgleich von Steuersendern. — Die Steuersender lassen sich in zwei Gruppen einteilen: in solche, die nur mit einer Frequenz oder mit mehreren bestimmten Frequenzen arbeiten und in Steuersender mit stetig veränderlicher Frequenz. Die vorliegende Arbeit behandelt die Steuersender der zweiten Gruppe. Unerwünschte Frequenzänderungen sind hauptsächlich dadurch bedingt, daß die Bauelemente des Senders bei wechselnder Temperatur ihre räumlichen Abmessungen ändern und dadurch ihre elektrischen Werte. Am meisten tragen zur Frequenzänderung die Kondensatoren und Spulen der Schwingungskreise bei. Bei den Spulen kann man heute Temperatureinflüsse leicht vermeiden, wenn man keramische Spulenkörper mit aufgebrannten Wicklungen verwendet. Diese Spulen haben praktisch keinen Temperaturfehler.

Die untersuchten Drehkondensatoren zeigten alle eine gleichsinnige Änderung ihres Kapazitätswertes mit der Temperatur, die außerdem streng gesetzmäßig verlief. Bekanntlich gibt es heute keramische Festkondensatoren mit positivem und solche mit negativem Temperaturkoeffizienten (TK). Schaltet man dem Drehkondensator einen Festkondensator mit entgegengesetztem TK parallel, so kann man einen Kondensator mit dem TK Null erhalten, allerdings nur für eine bestimmte Stellung des Drehkondensators. Das gleiche gelingt auch durch Reihenschaltung zweier Kondensatoren. Durch gleichzeitige Anwendung von Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren mit geeigneten TK läßt sich der Ausgleich für zwei Stellungen des Drehkondensators vollkommen und über den ganzen Bereich günstiger erhalten. In der Arbeit werden die Formeln für die Wahl der Zusatzkondensatoren sowie einige praktische Beispiele und Versuchsergebnisse mitgeteilt. [N. Schöller, Elektrotechn. u. Masch.-Bau 55 (1937) S. 445; 3½ S., 5 Abb.] *Kht.*

Physik.

537. 291–96 : 539. 17/. 18 Das Cyclotron. — Das wichtigste Hilfsmittel zur Untersuchung der Atomkerne ist die Beschießung mit geladenen oder ungeladenen Teilchen hoher Geschwindigkeit, wie Protonen, Deuteronen, α-Teilchen oder Neutronen. Um diesen Teilchen eine genügend große Energie zu erteilen, sind Spannungen von mehreren Millionen Volt erforderlich, oder man läßt die Teilchen ein und dasselbe Beschleunigungsfeld wiederholt durchlaufen. Diesen Weg beschreiten auch E. O. Lawrence und M. S. Livingston. Den grundsätzlichen Aufbau des von ihnen als Cyclotron bezeichneten Gerätes[1]) zeigt Abb. 7. Zwei flache, hohle, halbkreisförmige Elektroden A

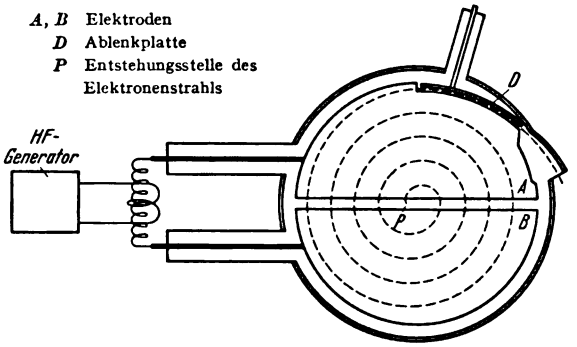


Abb. 7. Cyclotron.

und B befinden sich in einem Gefäß, das Wasserstoff, Deuterium oder Helium vom Druck 10^{-4} Torr enthält. Das Gefäß befindet sich in einem Magnetfeld, dessen Feldstärke senkrecht zur Zeichenebene steht. In der Nachbarschaft des Punktes P werden die Gasatome durch einen Elektronenstrahl ionisiert. Die erzeugten Ionen werden durch das elektrische Feld zwischen den Elektroden auf die eine Elektrode A hin beschleunigt und behalten in dem von elektrischen Kraftlinien freien Innern der Elektrode A ihre Geschwindigkeit bei. Unter dem Einfluß des magnetischen Feldes wird ihre Bahn aber kreisförmig gekrümmt, so daß das Ion nach einer gewissen Zeit wieder den Spalt zwischen den Elektroden erreicht. Das elektrische Feld wird über einen Transformator durch einen Hochfrequenzgenerator erzeugt. Ist während der Laufzeit des Ions gerade eine halbe Periode verstrichen, so erhält das Ion im Spalt eine neue Beschleunigung und beschreibt nun im Innern der andern Elektrode B wieder einen Halbkreis, aber wegen seiner größeren Geschwindigkeit mit größerem Radius. Nach einem von Larmor aufgestellten Satz ist die Winkelgeschwindigkeit eines geladenen Teilchens in einem Magnetfeld unabhängig von seiner linearen Geschwindigkeit; das Ion erreicht also den Spalt zwischen den Elektroden gerade wieder nach einer halben Periode, bleibt so mit dem Generator in Phase und erhält bei jedem Durchschreiten des Spalts stets den gleichen Geschwindigkeitszuwachs. Mit wachsender Geschwindigkeit wächst der Radius der Kreisbahn, bis schließlich das Ion durch die negativ geladene Platte D aus seiner Bahn nach außen abgelenkt wird und das Cyclotron durch ein Fenster verläßt. Der Elektromagnet verbraucht 24 kW, der Generator 30 kW, von denen 250 W im austretenden Strahl zur Verfügung stehen. In Berkeley hat das Cyclotron über ein Jahr gearbeitet und Ionenstrahlen von 20 bis 30 μA und $5{,}5 \cdot 10^6$ eV geliefert. Die Zahl der ausgesandten Teilchen entspricht etwa der von 1 kg Radium. [F. N. D. Kurie, Gen. Electr. Rev. 40 (1937) S. 264; 9 S., 7 Abb.] *Br.*

621. 313. 12. 024 Elektrostatischer Hochspannungsgenerator. — Zu dem Bericht[2]) über den von Lord Kelvin angegebenen Generator mit umlaufendem Band zum Transport der Ladungen von der Erzeugungsstelle nach einem Kondensator zur Gewinnung hohen Potentials werden wir von Herrn van

[1]) Wir haben über das Cyclotron und andere Beschleunigungsverfahren schon in der ETZ 56 (1935) S. 570 kurz berichtet.
[2]) ETZ 58 (1937) H. 46, S. 1245.

Digitized by Google

der Sterr, den Haag, freundlichst auf einen Vorgänger des meist als van de Graaffscher Generator bekannten Gerätes hingewiesen. In einem in mehreren Fortsetzungen erschienenen Buch[1]) beschreibt der württembergische Pfarrer Bohnenberger in der ersten Fortsetzung eine von Walkiers von St. Amand aus Brüssel angegebene Maschine, bei der eine breite endlose Stoffbahn aus Wolle oder gefirnißtem Taft über zwei Walzen läuft und unter einem Fell-Reibekissen geladen wird. An einer anderen Stelle nimmt ein Sprühkamm die Ladungen ab und führt sie einer Flaschenbatterie zu. Nach einer in dem Buch wiedergegebenen Beschreibung soll die Walkierssche Maschine Funken von etwa 40 cm Länge hergegeben haben. In späteren Fortsetzungen vereinfacht Bohnenberger die Maschine und bespannt eine Trommel mit Stoff. Reibkissen und Sprühkamm sind um 90° auf den Umfang versetzt. Die Stoffbespannung dient auch hier zum Transport der Ladungen von der Ladungserzeugung zum Flaschenkondensator als Speicher. Zum Drehen der Walkiersschen Maschine waren vier Mann erforderlich. V

Verschiedenes.

Inhaltsverzeichnis der ETZ. — Diesem Heft liegt das Inhaltsverzeichnis für das zweite Halbjahr 1937 bei. Um auch die im „Archiv für Elektrotechnik" (Bd. 31, 1937) und in den „VDE-Fachberichten" (Bd. 9, 1937) veröffentlichten Arbeiten einem möglichst weiten Kreise zu erschließen, sind die Titel dieser Arbeiten erstmalig mit in das ETZ-Inhaltsverzeichnis übernommen worden. Die betreffenden Hinweise mit Seitenzahlen sind durch Schrägdruck besonders gekennzeichnet (z. B. *Fachber. 197* oder *Arch. 628*) und stehen unmittelbar hinter der ETZ-Seitenzahl für den Bericht über die betreffende Arbeit. Bekanntlich erscheint auch über jede im „Archiv für Elektrotechnik" veröffentlichte Arbeit etwa gleichzeitig ein kurzer Bericht in der „Rundschau" der ETZ, während die „Fachberichte" nach der Jahresversammlung zusammenfassend in der ETZ besprochen werden.

621. 3 : 347. 771 **Vier elektrotechnische Patentabteilungen im Reichspatentamt.** — Durch Erlaß des Herrn Reichsministers der Justiz vom 29. 7. 1937 sind die bisherigen drei elektrotechnischen Patentabteilungen auf vier vermehrt worden. Diese Maßnahme ist begründet in dem ständigen starken Anwachsen der Zahl der Patentanmeldungen auf dem Gesamtgebiet der Elektrotechnik. In der Patentklasse 21, welche den weitaus größten Teil der Elektrotechnik umfaßt, ist die Zahl der Patentanmeldungen seit dem Jahre 1920 von rd. 5 000 auf rd. 9 000 jährlich gestiegen. Außerdem ist auch die Zahl der Einsprüche in den elektrotechnischen Abteilungen die weitaus höchste von allen Patentabteilungen. Bei der Neuaufteilung der elektrotechnischen Patentabteilungen sind nach Möglichkeit technologisch gleichartige Gebiete zusammengefaßt worden. So umfaßt die Patentabteilung VIII a das gesamte elektrische Nachrichtenwesen (Kl. 21 a), also Telegraphie, Telephonie, Rundfunk, Fernsehen; die Patentabteilung VIIIb das elektrische Leitungs-, Schaltungs- und Signalwesen. Hierunter ist zu verstehen der Bau und Betrieb elektrischer Freileitungen und Kabel, Schalter und Sicherungswesen für diese Leitungen und schließlich auch die Fernschaltung und Fernüberwachung (21 c) sowie das in der Kl. 74 zusammengefaßte Signalwesen überhaupt, das heute praktisch überwiegend elektrischer Natur ist. Sinngemäß sind diesem Signalwesen auch die elektrischen Uhren (Kl. 83b) angeschlossen. Die Patentabteilung VIII c umfaßt die elektrische Beleuchtung (Kl. 21 f) und Heizung (Kl. 21 h) sowie allgemeine elektrische Vorrichtungen und Apparate, Entladungsröhren in ihrem allgemeinen Aufbau, Röntgenapparate, Elektro-, Magneto- und Lichttherapie und sonstige elektrische Geräte für verschiedene Zwecke (Kl. 21 g). In der Patentabteilung VIII d endlich ist das elektrische Maschinen- und Meßwesen zusammengefaßt, also vor allem das große Gebiet der mechanischen Stromerzeuger und Verbraucher und ihrer Reglung, sowie der Transformatoren und Umformer, zu welchen auch die als Stromrichter arbeitenden Entladungsgefäße gehören (Kl. 21 d). Auch die elektrischen Eisenbahnen (Kl. 20 k und l) und die elektrischen Kraftwagen (Kl. 63 c, l) sind dieser Abteilung zugewiesen worden. Außerdem ist das gesamte elektrische Meßwesen (Kl. 21 e) dieser Abteilung angegliedert worden.

Durch diese Neuordnung sind große abgerundete elektrische Sonderfachgebiete nach technologischen Gesichtspunkten in verwaltungsmäßig möglichem und zweckmäßigem Umfange zu geschlossenen sich möglichst wenig überschneidenden Patentabteilungen zusammengefaßt worden, welche die Prüfungsarbeit wesentlich erleichtern und verbessern werden. *Am.*

[1]) G. C. Bohnenberger, Beschreibung einer auf eine neue sehr bequeme Art eingerichteten Elektrisiermaschine nebst einer neuen Erfindung, die elektrischen Flaschen und Batterien betreffend. Stuttgart: Johann Benedikt Metzlar 1784, 1. Fortsetzung 1786.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

669. 72 (063) **Magnesium-Tagung Berlin 1937.** — Die am 6. 9. 1937 veranstaltete Tagung in Verbindung mit einer Ausstellung von Halb- und Fertigfabrikaten aus Magnesiumlegierungen sollte der Anregung zum vermehrten Einsatz der hundertprozentig aus deutschen Rohstoffen hergestellten Werkstoffe an Stelle von Eisen und devisentragenden Metallen dienen. Geringes spezifisches Gewicht und leichte Bearbeitbarkeit ermöglichen trotz des höheren Werkstoffpreises häufig einen Wettbewerb mit Schwermetall. Hohe Korrosionsfestigkeit wird durch Zusätze von Mn im Schmelzbade erreicht. Beizen mit Alkali-Bichromat mit folgendem Grund- und Lackanstrich, auch Bespritzen mit Al und Hydronalium schützt die Oberfläche. Anodische Schutzverfahren sind in der Entwicklung. Überhitzung des Schmelzbades auf 900° führt zu feinem Gefüge mit der Folge gesteigerter Festigkeitseigenschaften. Schweißbare Guß- und Knetlegierungen wurden entwickelt. Besonders gut eignet sich die Stumpfschweißung. Die elektrische Lichtbogenschweißung an Gußstücken und die Wasserstoffschweißung an dünnem Material ist im Versuch. Bei der Verwendung der Legierungen in der Konstruktion ist eine sorgfältige Auswahl in den Gattungen „Elektron" und „Magnewin" zu treffen. Eine wesentliche Unterstützung bietet hier das neue Normenblatt „Din 1717 Magnesiumlegierungen". Die Brandgefahr bei der Bearbeitung durch feine Späne und Staub ist behoben. In der Ausstellung waren viele Spritzgußteile für die Elektroindustrie, auch Motor-, Läufergehäuse, Lagerschilde, Schaltkastendeckel, Wicklungsträger usw. ausgelegt. 5-kW-Drehstrom-Kurzschlußankermotoren mit Oberflächenkühlung und Feuchtigkeitsschutz bei weitgehender Verwendung von Elektron waren zu sehen[1]). Im Vortrage „Magnesiumlegierungen im Elektromaschinenbau" (A. Schanz, Berlin) wurde betont, daß die Verwendung der Legierungen erst in der Entwicklung zu weiterer Vervollkommnung der Leichtbauweise sei. Die Erfahrungen haben bereits gezeigt, daß sie wertvolle Werkstoffe mit guten Gebrauchseigenschaften sind. Die inaktiven, d. h. elektrisch und magnetisch nicht wirksamen Teile lassen sich in Mg-Legierungen ausführen, womit bei Einhaltung der vorgeschriebenen Werte für Güte und Erwärmungsgrenzen auch erhebliche Kupfer- und Eisenersparnisse in den aktiven, d. h. elektrisch und magnetisch wirksamen Teilen erzielt werden können. Früher angeführte Nachteile bei der Verwendung der Legierungen können heute als behoben gelten. Hauptvorteil ist erhebliche Herabsetzung des Leistungsgewichts je kW. *Pge.*

Weltkraftkonferenz 1938. — Im Jahre 1938 wird eine Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Wien abgehalten werden mit der Tagesordnung: „Die Energieversorgung der Landwirtschaft, des Gewerbes, der Haushalte, der öffentlichen Beleuchtung und der Bahnen". Die Berichte sollen die Energieerfordernisse vom Standpunkt des Energieverbrauchers aus behandeln. Näheres über die Teiltagung wird anfangs des nächsten Jahres mitgeteilt werden; für Rückfragen ist das Deutsche Nationale Komitee der Weltkraftkonferenz, Berlin NW 7, Ingenieurhaus, zuständig.

AUS LETZTER ZEIT.

Ausbau der Wasserkräfte und Wasserstraßen in der Tschechoslowakei. — Für die Kanalisierung und Reglung der Elbe, Moldau, Oder und Donau wurden bisher rd. 200 Mill RM aufgewendet. Dazu kommt noch der Aufwand für die im Zusammenhang damit errichteten 11 Wasserkraftwerke im Betrage von etwa 2,2 Mill RM. Vorgesehen ist der weitere Ausbau des Wasserstraßennetzes dieser vier Ströme mit einem Gesamtaufwand von 200 Mill RM und schließlich der Bau des Elbe-Donau-Oder-Kanales, der allein einen Kostenaufwand von 400 Mill RM erfordern wird. *G. W. M.*

[1]) S. a. ETZ 58 (1937) H. 46, S. 1243.

Digitized by Google

VERBANDSTEIL.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.
Fernsprecher: 30 06 31. — Postscheckkonto: Berlin 213 12.

Bekanntmachungen.

Ausschuß für Errichtungsvorschriften I. Ausschuß für Errichtungsvorschriften II. Ausschuß für Fernmeldeanlagen.

Mit dem Inkrafttreten von VDE 0118 „Vorschriften für die Errichtung elektrischer Anlagen in Bergwerken unter Tage (B. u. T.)" am 1. Januar 1938 werden die bisher in

VDE 0100 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.",
VDE 0101 „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V.E.S. 2." und
VDE 0800 „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F."

für untertägige Bergwerksanlagen gegebenen Bestimmungen hinfällig und mit diesem Termin außer Kraft gesetzt.

Es sind daher in den vorgenannten Vorschriften sämtliche Bestimmungen, die zwischen ⚒|| stehen, zu streichen.

Diese Änderungen sind von dem Vorsitzenden des VDE im Dezember 1937 genehmigt und treten mit dem 1. Januar 1938 in Kraft.

Ausschuß für Installationsmaterial.

Der Ausschuß für Installationsmaterial hatte in ETZ 58 (1937) S. 1201 den Entwurf zu VDE 0632 „Vorschriften für Schalter bis 750 V 25 A" und in ETZ 58 (1937) S. 1251 und 1275 den Entwurf zu VDE 0620 „Vorschriften für Steckvorrichtungen bis 750 V 100 A" mit Einspruchsfrist bis zum 31. Dezember 1937 bzw. 15. Januar 1938 veröffentlicht. Mit Rücksicht auf die außerordentliche Belastung der Industrie wird für beide Entwürfe die Einspruchsfrist bis zum 31. März 1938 verlängert.

Ausschuß für Hochfrequenztechnik.

Der Ausschuß für Hochfrequenztechnik hat beschlossen, die in § 1 von VDE 0855/1936 „Vorschriften für Antennenanlagen" gegebene Übergangsfrist für Überspannungsschutzgeräte nach § 8 c) und für Erdungsschalter nach § 9 c) bis zum 1. Juli 1938 zu verlängern.

Dieser Beschluß ist vom Vorsitzenden des VDE im Dezember 1937 genehmigt worden. Demgemäß erhält der § 1 nachstehenden Wortlaut:

„§ 1.

Geltungsbeginn.

Die Vorschriften treten am 1. Februar 1937 in Kraft.

Für Überspannungsschutzgeräte nach § 8 c) und Erdungsschalter nach § 9 c) wird eine Übergangsfrist bis zum 1. Juli 1938 eingeräumt."

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Geschäftsführer:

Blendermann

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus.

Erlöschen einer Prüfzeichengenehmigung.

Die seinerzeit der Firma Metallwarenfabrik vom Brocke, Halver i. W., erteilte Prüfzeichengenehmigung (Nr. 7255) für zweipol. Steckdosen 10 A, 250 V, Auf- und Unterputzverlegung, ist erloschen.

Diese besondere Bekanntmachung erfolgt, weil der Genehmigungsausweis von der Firma bisher nicht zurückgegeben wurde.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann

Aus den VDE-Bezirken

Bezirk Ruhr-Lippe.

Am 8. September 1937 hielt Herr Maerkisch einen Vortrag über den „Überspannungsschutz von Niederspannungsanlagen". Der Vortragende behandelte zunächst das Wesen der Überspannungsvorgänge selbst und kam dann auf den Schutz der Stationen zu sprechen. Zu ihrem Schutz baut man den Überspannungsableiter ein. Durch sie wird die auflaufende Spannung abgesenkt. Der Vortragende behandelte dann die Wirkungsweise des SAW-Ableiters für Niederspannungsnetze. Dieser besteht aus einer Edelgas-Funkenstrecke und einem spannungsabhängigen Widerstand. Die Funkenstrecke wird durch zwei pastierte Sonderelektroden gebildet, deren Klemmenspannung beim Ansprechen kleiner als 15 V ist, so daß also hohe Ströme ohne merkliche Erwärmung abgeleitet werden können. Der Zündverzug ist kleiner als 10^{-7} s. Die Ableiter werden für Freiluftaufstellung in zwei Ausführungen hergestellt, für Netze von 220/380 V Wechselstrom bzw. 250 V Gleichstrom und für 500 V Wechselstrom. Der Vortragende wies zum Schluß darauf hin, daß selbstverständlich auch dieser Schutz kein vollkommener ist, wie gelegentlich auftretende Versager zeigten. Die zu schützenden Geräte und die Schutzapparate selbst müssen aufeinander abgestimmt werden, um ein Optimum des Schutzes der ganzen Anlage zu erreichen.

Sitzungskalender.

VDE, Bezirk Halle. 10. 1. (Mo), 20^{15}, Stadtschützenhaus: „Bild- und Filmbericht über eine Studienreise durch amerikanische Kraftwerke und Schaltanlagen". Obering. Sihler VDE.

VDE, Bezirk Hansa, Stützpunkt Bremen, 4. 1. (Di), 20^{15}, Atlantissaal, Böttcherstraße: „Der elektrische Schiffsantrieb, insbes. mit Drehstrom". Dipl.-Ing. W. Hassler.

VDE, Bezirk Niedersachsen, Hannover (gemeinsam mit dem NSBDT). 4. 1. (Di), 20^{00}, El.-Inst.: „Stand und Entwicklungsaussichten der deutschen Elektrizitätswirtschaft". Dipl.-Ing. A. Buch.

VDE, Bezirk Niederschlesien, Breslau. 4. 1. (Di), 20^{00}, El.-Inst.: „Erfahrungen mit Aluminiumkabeln". Dipl.-Ing. Brinkmann VDE.

VDE, Bezirk Oberschlesien, Gleiwitz. 13. 1. (Do), 17^{00}, Büchereisaal der Donnersmarckhütte, Hindenburg: „Leuchtbilder in Industrieanlagen" (m. Lichtb.). Obering. Jungblut VDE.

VDE, Bezirk Ostpreußen, Königsberg. 3. 1. (Mo), 20^{00}, Phys. Inst.: „Das Akkumulatorenfahrzeug, seine verkehrswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Bedeutung". Dipl.-Ing. W. Rödiger.

Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 396. 029. 63

Physik und Technik der Gegenwart. Abt. Fernmeldetechnik. Herausg. von Prof. Dr. H. Faßbender. Bd. 1: Einführung in Theorie und Technik der Dezimeterwellen. Von Dr.-Ing. O. Groos. 1. Teil: Die Schwingungserzeugung und ihre Beeinflussung. Mit 157 Abb., X u. 188 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 8 RM, geb. 9,50 RM.

Das vorliegende Buch ist der erste Band der von Prof. Dr. H. Faßbender herausgegebenen Buchreihe über das Fachgebiet „Fernmeldetechnik" im Rahmen der Schriftenreihe „Physik und Technik der Gegenwart" des Hirzel-Verlages.

Groos hat es bei dem vorliegenden Werk als erster unternommen, die Schwingungserzeugung im Gebiet der Dezimeterwellen in knapper, einheitlicher und geschlossener Form darzustellen. Bei der fast unübersehbaren Fülle von Originalarbeiten über dies Gebiet hat sich der Mangel an zusammenfassenden Darstellungen in einer für den Techniker brauchbaren Form stets besonders fühlbar gemacht. Als Buchveröffentlichung ist bisher nur das Werk von H. E. Hollmann über „Physik und Technik der ultrakurzen Wellen" bekannt geworden. Ein Vergleich des Hollmannschen Buches mit dem neuen Werk von Groos liegt deshalb besonders nahe.

Hollmann hat es versucht, die Ergebnisse sämtlicher Einzelarbeiten darzustellen und ihnen gerecht zu werden. Eine solche Zusammenstellung ist für den Spezialfachmann von sehr großem Werte; für denjenigen, der sich in das Gebiet der Dezimeterwellen erst einarbeiten muß (und das ist heute ein größerer Teil der Fernmeldetechniker), ergibt sich jedoch eine unübersehbare Fülle von vielen, zum Teil sogar einander widersprechenden Einzelergebnissen. Groos stellt bei seinem Buch die Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit in den Vordergrund. Er beschränkt sich bewußt auf die Verfahren und Anordnungen der Schwingungserzeugung, deren technische Brauchbarkeit bereits praktisch erwiesen ist, und stellt deren Arbeitsweise in übersichtlicher Form dar. Da das gesamte Gebiet der Dezimeterwellen noch vollkommen im Fluß ist, ist es selbstverständlich und nicht als Nachteil des Buches anzusehen, daß der Spezialfachmann sich bei diesem oder jenem Punkte etwas andere Vorstellungen macht, als sie hier dargestellt sind. Der Stoff ist in zwei Hauptabschnitte gegliedert: A. Theoretisch physikalische Grundlagen und B. Technik der Schwingungserzeugung. In jedem dieser Abschnitte werden Rückkopplungssender, Bremsfeldsender und Magnetfeldsender behandelt.

Groos nennt sein Buch eine „Einführung"; es ist aber weit mehr, denn es ist auch für den Fachmann wertvoll zu lesen und zu besitzen. F. W. Gundlach VDE.

620. 1 : 621. 385

Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik. Eigenschaften, Verarbeitung und Verwendungstechnik der Werkstoffe für Hochvakuumröhren und gasgefüllte Entladungsgefäße. Von Dr. W. Espe und Dr.-Ing. M. Knoll. Mit 405 Abb. i. Text u. 1 mehrfarb. Tafel, VIII u. 383 S. im Format B 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geb. 48 RM.

Die Vakuumröhre, bis vor noch nicht allzulanger Zeit ein ausgesprochenes Laboratoriumserzeugnis, ist heute ein Gegenstand der Technik, ja technischer Massenfertigung geworden. Dennoch haften dem Elektronenröhrenbau aus der früheren Zeit noch mancherlei Eierschalen an. Es mag vielleicht übertrieben erscheinen, wenn die Verfasser des vorliegenden Werkes im Vorwort schreiben, daß „sich dieses Arbeitsgebiet zum Teil noch im Zustande der alten Alchemie befindet"; es ist aber zweifellos daran ein wahrer Kern. „Ob eine Serie von Versuchsröhren gelingt, hängt in manchen Laboratorien buchstäblich vom Wetter ab; man arbeitet häufiger nach Rezepten und Überlieferungen, als nach klaren physikalischen Erkenntnissen". Die Ursache dieses Zustandes ist vor allem die, daß hier vielfach Vorgänge mit hineinspielen, die dem normalen Techniker fremd sind; das geforderte hohe Vakuum stellt bei den in den Röhren auftretenden hohen Temperaturen ganz außergewöhnliche Anforderungen an die verwendeten Werkstoffe und verlangt von ihnen Eigenschaften, die nur bei gründlichster Vertrautheit mit den einschlägigen physikalischen Vorgängen (man denke z. B. an die Absorption und Wiederabgabe von Gasen) beherrscht werden können und die zum Teil erst durch ausgedehnte Laboratoriumsuntersuchungen gezüchtet werden konnten. In dieser Richtung ist, vorwiegend im letzten Jahrzehnt, eine ungeheure Zahl von Arbeiten ausgeführt worden, die, ganz abgesehen davon, daß sie zum Teil schwer zugänglich sind, schon allein ihrer großen Zahl wegen es selbst dem Fachmann schwer machen, einen Überblick zu gewinnen.

Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß die Verfasser des vorliegenden Buches sich die Aufgabe gestellt haben, die im Schrifttum verstreuten Angaben über die Eigenschaften, die Verarbeitung und die Verwendungsverfahren der im Vakuumröhrenbau gebrauchten Werkstoffe zusammenfassend darzustellen und auf Grund ihrer eigenen Erfahrungen zu ergänzen, und daß sie — um das vorwegzunehmen — diese Aufgabe in einer so vorbildlichen Weise gelöst haben.

Das Buch behandelt nach einer kurzen Einführung, in der auf die besonderen Anforderungen der Hochvakuumtechnik an die Werkstoffe (insbesondere die leichte Entgasbarkeit) hingewiesen wird, und nach einigen metallographischen Vorbemerkungen zunächst auf etwa 100 Seiten die in der Hochvakuumtechnik verwendeten Metalle, gruppiert nach hochschmelzenden Metallen (Wo, Mo, Ta, Nb), Platinmetallen, „unedlen Metallen" (Ni, Fe, Cu, Al, Ag, Be, Zr, Ti) und ihren Legierungen, Quecksilber, Alkali- und Erdalkalimetallen (Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Ba, Sr), woran sich ein kurzer Abschnitt über den namentlich für Quecksilberdampfgleichrichter wichtigen Elektrographit anschließt. Bei jedem Metall werden Gewinnung, Eigenschaften und technische Anwendungen behandelt. Dann kommt ein sehr wertvolles Kapitel: „Spezielle Verarbeitungsmethoden der Vakuummetalle", in dem auf 42 Seiten vor allem die Entgasung, außerdem Formgebung, Verbindung von Metallteilen und Oberflächenbehandlung eingehend besprochen werden. Die nächsten Kapitel sind den nichtmetallischen Baustoffen: Gläser, Quarzglas und Quarzgut, keramische Baustoffe, gewidmet, von denen besonders eingehend auf 32 Seiten die Gläser (Gewinnung, Zusammensetzung, Eigenschaften, Formung, Oberflächenbehandlung und Entgasung) behandelt werden. Es folgen Leuchtstoffe (Phosphore), Glimmer, Asbest, Gummi, Dichtungsfette, -öle und -kitte, Röhrensockelkitte, und schließlich ein größeres Kapitel über Gase und Dämpfe, bei denen außer Gewinnung, Eigenschaften und Anwendungen noch die Reinigungs- und Füllmethoden sowie die Reinheitsprüfung besprochen werden.

Damit wäre die eigentliche „Werkstoffkunde" abgeschlossen. Die Verfasser haben aber ihre Aufgabe weitergefaßt, sie wollen die Verarbeitungstechnik der Werkstoffe bis zu den fertigen Röhreneinzelteilen bringen, und so wird auf den letzten 100 Seiten noch eine Reihe von Kapiteln angeschlossen, die der auf dem Röhrengebiet arbeitende Ingenieur oder Physiker besonders begrüßen wird: Glühkathoden, Lichtelektrische Kathoden, Kalte Kathoden, Gettermethoden und Vakuumdichte Verbindungen. Ein Anhang enthält einige vielgebrauchte Kurventafeln und Nomogramme, angefügt ist ein ausführliches Schrifttumverzeichnis (etwa 850 Zitate) und ein Sachregister.

So hält das Buch wesentlich mehr, als der Titel verspricht, es ist eigentlich eine Darstellung fast des ganzen Gebietes der Hochvakuumtechnik geworden, wobei im wesentlichen nur die Vakuumpumpen und die Gasströmungsvorgänge bei niedrigen Drucken fehlen. Die Darstellung ist äußerst knapp und konzentriert, teilweise im Telegrammstil gehalten, trotzdem aber flüssig, sehr klar, übersichtlich und von hohem Niveau.

Das einzige, was man an dem Buch vielleicht aussetzen könnte, ist der Preis, der, auf die Druckseite bezogen, über den schon an sich leider reichlich hohen Preis des deutschen wissenschaftlichen Buches nicht unwesentlich hinausgeht. Er ist wohl bedingt durch die qualitativ und quantitativ sehr gute Ausstattung mit Abbildungen und die vielen (fast 120) wertvollen Tafeln, die sich zum Teil über mehrere Seiten erstrecken.

Trotzdem, wenn irgend ein Buch seinen Preis wert ist, so ist es das vorliegende. Jeder, der sich, sei es fabrikatorisch, sei es im Laboratorium, mit der Herstellung von Vakuumröhren befaßt, wird aus ihm eine Fülle von Rat und Anregung

Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 396. 029. 63

Physik und Technik der Gegenwart. Abt. Fernmeldetechnik. Herausg. von Prof. Dr. H. Faßbender. Bd. 1: Einführung in Theorie und Technik der Dezimeterwellen. Von Dr.-Ing. O. Groos. 1. Teil: Die Schwingungserzeugung und ihre Beeinflussung. Mit 157 Abb., X u. 188 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 8 RM, geb. 9,50 RM.

Das vorliegende Buch ist der erste Band der von Prof. Dr. H. Faßbender herausgegebenen Buchreihe über das Fachgebiet „Fernmeldetechnik" im Rahmen der Schriftenreihe „Physik und Technik der Gegenwart" des Hirzel-Verlages.

Groos hat es bei dem vorliegenden Werk als erster unternommen, die Schwingungserzeugung im Gebiet der Dezimeterwellen in knapper, einheitlicher und geschlossener Form darzustellen. Bei der fast unübersehbaren Fülle von Originalarbeiten über dies Gebiet hat sich der Mangel an zusammenfassenden Darstellungen in einer für den Techniker brauchbaren Form stets besonders fühlbar gemacht. Als Buchveröffentlichung ist bisher nur das Werk von H. E. Hollmann über „Physik und Technik der ultrakurzen Wellen" bekannt geworden. Ein Vergleich des Hollmannschen Buches mit dem neuen Werk von Groos liegt deshalb besonders nahe.

Hollmann hat es versucht, die Ergebnisse sämtlicher Einzelarbeiten darzustellen und ihnen gerecht zu werden. Eine solche Zusammenstellung ist für den Spezialfachmann von sehr großem Werte; für denjenigen, der sich in das Gebiet der Dezimeterwellen erst einarbeiten muß (und das ist heute ein größerer Teil der Fernmeldetechniker), ergibt sich jedoch eine unübersehbare Fülle von vielen, zum Teil sogar einander widersprechenden Einzelergebnissen. Groos stellt bei seinem Buch die Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit in den Vordergrund. Er beschränkt sich bewußt auf die Verfahren und Anordnungen der Schwingungserzeugung, deren technische Brauchbarkeit bereits praktisch erwiesen ist, und stellt deren Arbeitsweise in übersichtlicher Form dar. Da das gesamte Gebiet der Dezimeterwellen noch vollkommen im Fluß ist, ist es selbstverständlich und nicht als Nachteil des Buches anzusehen, daß der Spezialfachmann sich bei diesem oder jenem Punkte etwas andere Vorstellungen macht, als sie hier dargestellt sind. Der Stoff ist in zwei Hauptabschnitte gegliedert: A. Theoretisch physikalische Grundlagen und B. Technik der Schwingungserzeugung. In jedem dieser Abschnitte werden Rückkopplungssender, Bremsfeldsender und Magnetfeldsender behandelt.

Groos nennt sein Buch eine „Einführung"; es ist aber weit mehr, denn es ist auch für den Fachmann wertvoll zu lesen und zu besitzen. F. W. Gundlach VDE.

620. 1 : 621. 385

Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik. Eigenschaften, Verarbeitung und Verwendungstechnik der Werkstoffe für Hochvakuumröhren und gasgefüllte Entladungsgefäße. Von Dr. W. Espe und Dr.-Ing. M. Knoll. Mit 405 Abb. i. Text u. 1 mehrfarb. Tafel, VIII u. 383 S. im Format B 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geb. 48 RM.

Die Vakuumröhre, bis vor noch nicht allzulanger Zeit ein ausgesprochenes Laboratoriumserzeugnis, ist heute ein Gegenstand der Technik, ja technischer Massenfertigung geworden. Dennoch haften dem Elektronenröhrenbau aus der früheren Zeit noch mancherlei Eierschalen an. Es mag vielleicht übertrieben erscheinen, wenn die Verfasser des vorliegenden Werkes im Vorwort schreiben, daß „sich dieses Arbeitsgebiet zum Teil noch im Zustande der alten Alchemie befindet"; es ist aber zweifellos daran ein wahrer Kern. „Ob eine Serie von Versuchsröhren gelingt, hängt in manchen Laboratorien buchstäblich vom Wetter ab; man arbeitet häufiger nach Rezepten und Überlieferungen, als nach klaren physikalischen Erkenntnissen". Die Ursache dieses Zustandes ist vor allem die, daß hier vielfach Vorgänge mit hineinspielen, die dem normalen Techniker fremd sind; das geforderte hohe Vakuum stellt bei den in den Röhren auftretenden hohen Temperaturen ganz außergewöhnliche Anforderungen an die verwendeten Werkstoffe und verlangt von ihnen Eigenschaften, die nur bei gründlichster Vertrautheit mit den einschlägigen physikalischen Vorgängen (man denke z. B. an die Absorption und Wiederabgabe von Gasen) beherrscht werden können und die zum Teil erst durch ausgedehnte Laboratoriumsuntersuchungen gezüchtet werden konnten. In dieser Richtung ist, vorwiegend im letzten Jahrzehnt, eine ungeheure Zahl von Arbeiten ausgeführt worden, die, ganz abgesehen davon, daß sie zum Teil schwer zugänglich sind, schon allein ihrer großen Zahl wegen es selbst dem Fachmann schwer machen, einen Überblick zu gewinnen.

Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß die Verfasser des vorliegenden Buches sich die Aufgabe gestellt haben, die im Schrifttum verstreuten Angaben über die Eigenschaften, die Verarbeitung und die Verwendungsverfahren der im Vakuumröhrenbau gebrauchten Werkstoffe zusammenfassend darzustellen und auf Grund ihrer eigenen Erfahrungen zu ergänzen, und daß sie — um das vorwegzunehmen — diese Aufgabe in einer so vorbildlichen Weise gelöst haben.

Das Buch behandelt nach einer kurzen Einführung, in der auf die besonderen Anforderungen der Hochvakuumtechnik an die Werkstoffe (insbesondere die leichte Entgasbarkeit) hingewiesen wird, und nach einigen metallographischen Vorbemerkungen zunächst auf etwa 100 Seiten die in der Hochvakuumtechnik verwendeten Metalle, gruppiert nach hochschmelzenden Metallen (Wo, Mo, Ta, Nb), Platinmetallen, „unedlen Metallen" (Ni, Fe, Cu, Al, Ag, Be, Zr, Ti) und ihren Legierungen, Quecksilber, Alkali- und Erdalkalimetallen (Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Ba, Sr), woran sich ein kurzer Abschnitt über den namentlich für Quecksilberdampfgleichrichter wichtigen Elektrographit anschließt. Bei jedem Metall werden Gewinnung, Eigenschaften und technische Anwendungen behandelt. Dann kommt ein sehr wertvolles Kapitel: „Spezielle Verarbeitungsmethoden der Vakuummetalle", in dem auf 42 Seiten vor allem die Entgasung, außerdem Formgebung, Verbindung von Metallteilen und Oberflächenbehandlung eingehend besprochen werden. Die nächsten Kapitel sind den nichtmetallischen Baustoffen: Gläser, Quarzglas und Quarzgut, keramische Baustoffe, gewidmet, von denen besonders eingehend auf 32 Seiten die Gläser (Gewinnung, Zusammensetzung, Eigenschaften, Formung, Oberflächenbehandlung und Entgasung) behandelt werden. Es folgen Leuchtstoffe (Phosphore), Glimmer, Asbest, Gummi, Dichtungsfette, -öle und -kitte, Röhrensockelkitte, und schließlich ein größeres Kapitel über Gase und Dämpfe, bei denen außer Gewinnung, Eigenschaften und Anwendungen noch die Reinigungs- und Füllmethoden sowie die Reinheitsprüfung besprochen werden.

Damit wäre die eigentliche „Werkstoffkunde" abgeschlossen. Die Verfasser haben aber ihre Aufgabe weitergefaßt, sie wollen die Verarbeitungstechnik der Werkstoffe bis zu den fertigen Röhreneinzelteilen bringen, und so wird auf den letzten 100 Seiten noch eine Reihe von Kapiteln angeschlossen, die der auf dem Röhrengebiet arbeitende Ingenieur oder Physiker besonders begrüßen wird: Glühkathoden, Lichtelektrische Kathoden, Kalte Kathoden, Gettermethoden und Vakuumdichte Verbindungen. Ein Anhang enthält einige vielgebrauchte Kurventafeln und Nomogramme, angefügt ist ein ausführliches Schrifttumverzeichnis (etwa 850 Zitate) und ein Sachregister.

So hält das Buch wesentlich mehr, als der Titel verspricht, es ist eigentlich eine Darstellung fast des ganzen Gebietes der Hochvakuumtechnik geworden, wobei im wesentlichen nur die Vakuumpumpen und die Gasströmungsvorgänge bei niedrigen Drucken fehlen. Die Darstellung ist äußerst knapp und konzentriert, teilweise im Telegrammstil gehalten, trotzdem aber flüssig, sehr klar, übersichtlich und von hohem Niveau.

Das einzige, was man an dem Buch vielleicht aussetzen könnte, ist der Preis, der, auf die Druckseite bezogen, über den schon an sich leider reichlich hohen Preis des deutschen wissenschaftlichen Buches nicht unwesentlich hinausgeht. Er ist wohl bedingt durch die qualitativ und quantitativ sehr gute Ausstattung mit Abbildungen und die vielen (fast 120) wertvollen Tafeln, die sich zum Teil über mehrere Seiten erstrecken.

Trotzdem, wenn irgend ein Buch seinen Preis wert ist, so ist es das vorliegende. Jeder, der sich, sei es fabrikatorisch, sei es im Laboratorium, mit der Herstellung von Vakuumröhren befaßt, wird aus ihm eine Fülle von Rat und Anregung

Digitized by Google

schöpfen und in ihm vor allem die zahlenmäßigen Unterlagen finden, die für eine Fabrikation nach technischen Grundsätzen unerläßlich sind. Es ist wohl nicht zuviel gesagt, daß mit dem Erscheinen des Buches das Zeitalter der „Alchemie" im Vakuumröhrenbau beendet ist. H. Busch VDE.

621. 32

Lichttechnik. Von Dr. W. Köhler. (Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Von H. Pohl. Bd. 2. 16. neubearb. Aufl.). Mit 92 Abb., 21 Tafeln, VI u. 112 S. im Format A 5. Dr. Max Jänecke Verlagsbuchhandlung, Leipzig 1937. Preis kart. 1,80 RM.

Die Tatsache, daß die erste Auflage des im September v. J. zur Reichstagung der DLTG in Frankfurt herausgegebenen Handbuches in erstaunlich kurzer Zeit vergriffen war, kann wohl ein Beweis dafür sein, daß ein solches Werk von den Ingenieuren lange erwartet wurde, und daß hier etwas geschaffen worden ist, was dem Ingenieur bisher in dieser handlichen Form fehlte. Zwingt doch die zunehmende Vertiefung der Erkenntnis „Gutes Licht — Gute Arbeit" die Betriebsingenieure, der Lichttechnik größere Aufmerksamkeit zu widmen, als es bisher vielfach für notwendig gehalten wurde.

Zur diesjährigen Reichstagung der DLTG in Köln erschien eine Neuauflage des Werkes. Grundsätzliche Abweichungen von der ersten Auflage sind nicht festzustellen außer den selbstverständlich vorgenommenen Ergänzungen und inzwischen erforderlich gewordenen Berichtigungen. Eine Schrifttumsübersicht ist aufgenommen worden, die sich allerdings vorwiegend auf wissenschaftlich-theoretische Erörterungen erstreckt. Da das Büchlein dem Ingenieur der Praxis Führer und „rechte Hand" sein soll, wäre es vielleicht nicht fehl am Platze gewesen, ihn auch auf Abhandlungen über praktisch durchgeführte Anlagen hinzuweisen. Neben dem gegebenen Überblick über das Gesamtgebiet der Lichttechnik, den Grundbegriffen, den Eigenschaften der Lichtquellen, der Berechnung von Beleuchtungsstärke und dergl. kann es dem nicht mit dem Gebiet Lichttechnik vertrauten Praktiker von Nutzen sein, in einem Nachschlagewerk auch etwas zu finden, an Hand dessen er seine Aufgaben mit ähnlichen bereits durchgeführten Aufgaben vergleichen kann.

Der Verfasser betont allerdings auch selbst in seinem Vorwort, daß es nicht möglich ist, im Rahmen eines kleinen Handbüchleins den äußerst umfangreichen Stoff auch nur annähernd voll zu erschöpfen, und hat sich deshalb auf das Wichtigste beschränkt.

Jedenfalls ist zu wünschen, daß recht viele Ingenieure, die noch nicht lichttechnisch bewandert sind, von diesem Handbuch regen Gebrauch machen zum Segen der durch gutes Licht geförderten guten Arbeit. E. von der Trappen VDE.

536. 7

Technische Thermodynamik. Von Prof. Dr.-Ing. Fr. Bošnjaković. 2. Teil. (Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen, Bd. XII. Herausg. unter Mitwirkg. v. Prof. Dr.-Ing. A. Naegel und Prof. Dr.-Ing. W. Pauer von Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. E. h. H. Pfützner.) Mit 243 Abb., XIV u. 290 S. im Format A 5. Dazu eine Mappe mit 7 Diagrammtafeln. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1937. Preis geh. 18 RM, geb. 19 RM., Preis der Tafelmappe 8 RM.

In dem vorliegenden Buch werden im wesentlichen die Wärmefragen bei Zweistoffgemischen und zum Schluß die Verbrennung und Vergasung von Brennstoffen behandelt. Die eingehende Behandlung der Zweistoffgemische hat besonders für die chemische und metallurgische Industrie große Bedeutung, weil der Wirkungsgrad der meisten technologischen Prozesse noch sehr schlecht ist. Der Verfasser gibt an, auf welche Weise derartige Prozesse wärmewirtschaftlich verbessert werden können.

Aus dem reichen Inhalt des Buches sollen nur einige Zweistoffvorgänge angegeben werden, um eine Übersicht zu erhalten. Es werden die Verflüssigung von Gasen, Absorptionskältemaschinen, Dampf-Luft-Gemische, Verdampfung, Sublimation, Destillation, Rektifikation, Eindampfung von Salzlösungen u. a. behandelt. Eine beigefügte Aufgabensammlung mit 74 Aufgaben und Angabe der Lösungen gibt Übungsstoff für die Anwendung abgeleiteter Gleichungen und der beigefügten Tafeln.

Die Sondermappe enthält Wärmeinhalts-(Enthalpie-) und Entropietafeln folgender Zweistoffgemische: Feuchte Luft, Wasserdampf-Luft, Wasser-Ammoniak, Äthylalkohol-Wasser, Stickstoff-Wasser.

Eine genaue Nachprüfung der verschiedenen Kapitel konnte bei dem großen Umfang des Buches nicht erfolgen. Stichproben ergaben aber, daß die behandelten Prozesse klar und anschaulich dargestellt werden. Besonders erwähnt werden soll die ungemein große Arbeitsleistung des Verfassers, die für den Text und die Tafeln erforderlich war.

Das Buch kann ich allen Ingenieuren und Chemikern, die sich mit den wärmetechnischen Problemen von Zweistoffgemischen beschäftigen müssen, warm empfehlen.

O. Schöne.

342 : 621. 311

Energiewirtschaftsrecht. Energiewirtschaftsgesetz mit den Durchführungsbestimmungen, Nebengesetzen, Verordnungen, Erlassen. Erläutert von Dr. E. Eiser. Mit VIII u. 368 S. im Format 155 × 200 mm. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München u. Berlin 1937. Preis der Loseblattausgabe in Leinenordner 11 RM.

Am 16. 12. 1935 wurde das Energiewirtschaftsgesetz im Reichsgesetzblatt veröffentlicht. Bei der Bedeutung, die diesem Gesetz für die gesamte Volkswirtschaft zuzumessen ist, war anzunehmen, daß es, mit Kommentaren und Erläuterungen versehen, von verschiedenen Verfassern herausgegeben werden würde. Eine solche Erläuterung des Energiewirtschaftsgesetzes liegt auch hier vor, von einem Juristen geschrieben, der bei einem größeren Energieversorgungsunternehmen tätig ist. Von den übrigen bisher erschienenen Kommentaren unterscheidet sich dieses Werk sehr vorteilhaft dadurch, daß es 1.) in Loseblattform erschienen ist und man somit die Möglichkeit hat, Nachträge beizuheften und 2.) nicht nur das Energiewirtschaftsgesetz erläutert, sondern alle wichtigen jetzt noch gültigen Vorschriften und Gesetze, welche die Energiewirtschaft beeinflussen, bringt. Man findet hier also sowohl den Teil der Gemeindeordnung, der sich mit Regiebetrieben befaßt, ebenso erläutert wie das Gesetz betr. die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit und auch Musterbedingungen für Versorgungsunternehmungen. Die juristischen Erläuterungen der einzelnen Verordnungen sind — das muß besonders betont werden — auch für einen Techniker verständlich geschrieben, ebenso wie die technischen Erläuterungen infolge ihrer einfachen Darstellung jedem Juristen das Verständnis der Energiegesetze und Verordnungen erleichtern werden. W. Willing VDE.

620. 92

Gestaltungskräfte der Energiewirtschaft. Von Dr G. Hünecke. Mit 12 Abb., VII und 195 S. im Format 160 × 230 mm. Verlag F. Meiner, Leipzig 1937. Preis geh. 11,50 RM, geb. 13,50 RM.

Das Buch befaßt sich einleitend mit der Energieversorgung als Problem, um dann in zahlreichen guten Übersichten und Zahlentafeln die Standorte der hauptsächlichsten Energieträger, Kohle, Erdöle und Wasserkraft zu zeigen. Nachdem technische Erläuterungen über die Energieumwandlung gegeben werden, folgt der Hauptteil über Energieverteilung und -absatz. Das Schlußkapitel gibt über den Energieverbrauch Auskunft. Der Zielsetzung des Buches entsprechend werden die wirtschaftlichen und die technischen Gesichtspunkte, die die Energiewirtschaft geformt haben, den Lesern in klarer und eindrucksvoller Weise vor Augen geführt. Der Elektrotechniker wird nicht immer die Ansicht des Verfassers teilen, so soll z. B. S. 141/144 die Verbundwirtschaft die elektrische Energie nicht nur billiger machen, sondern sie soll auch durch diese Maßnahme sicherer zur Verfügung gestellt werden. In dem folgenden Abschnitt wird der Wettbewerb zwischen elektrischer Energie und Gas geschildert. Untersuchungen, die in jüngster Zeit durchgeführt wurden, haben die Furcht vor den Kochspitzen gemildert. Auch hier wird, wenn der Zeitpunkt gekommen ist, die Verbundwirtschaft zwischen Speicher-Wasserkraftwerk und Dampfkraftwerk Abhilfe schaffen, ohne zunächst besondere Investitionen für Ausbau der Elektrizitätswerke anzuwenden. Das Buch, dem am Schluß ein sehr wertvolles Schrifttum angegliedert ist, sollte jeder Ingenieur aufmerksam durchlesen, damit er seinen Blick über seinen engeren Arbeitskreis hinaus weitet. Da das Buch besondere technische und wirtschaftliche Kenntnisse nicht voraussetzt, ist es auch dem in der Energiewirtschaft tätigen Kaufmann sehr zu empfehlen. H. Hasse VDE.

621. 9

Hartmetallwerkzeuge. Wirkungsweise, Behandlung, Konstruktion und Anwendung. Von Dr.-Ing. C. Agte und Dr.-Ing. K. Becker. 2., neubearb. Aufl. Mit 144 Abb., 19 Tafeln u. 234 S. im Format A 5. Verlag Chemie G.mb.H., Berlin 1937. Preis geb. 18 RM.

Die Verfasser hatten sich bei der ersten Auflage des vorliegenden Buches bemüht, dem Bedürfnis nachzukommen, für

Digitized by Google

den Verbraucher von Hartmetallwerkzeugen in zusammenfassender Form Richtlinien über geeignete Anwendung der Werkzeuge zu geben bezw. Angaben über die Konstruktion und Wartung im Betrieb zu machen. Die eingehende Behandlung des Stoffes gibt aber auch denen, die die Hartmetalle noch nicht kennen oder ihrer hohen Preise wegen ablehnend gegenüberstehen, die Möglichkeit, sich über diesen Werkstoff und seine vorteilhafte Verwendung zu unterrichten.

Ausländische Hartmetalle werden nicht behandelt, weil diese den deutschen keineswegs überlegen sind. Die Einleitung und die ersten 6 Abschnitte behandeln den Werkstoffaufbau, das Löten sowie Befestigen der Hartmetallplättchen durch Anklemmen, Gesichtspunkte für die Werkzeugkonstruktion und Anwendungsmöglichkeit. Außerdem sind die Wirtschaftlichkeit und Leistung bei der Verwendung von Hartmetallwerkzeugen geschildert, die Zerspanungsvorgänge und die Kennzeichnung ihrer Güte durch Schneidversuche, die Schleif- und Läppbarkeit untersucht. Abschnitt 7 befaßt sich mit den spanabhebenden Werkzeugen für metallische und nichtmetallische Werkstoffe. Hier werden die Schneidwerkzeuge, wie Drehstähle, Bohrer, Senker, Reibahlen, Gewindewerkzeuge, Fräser und Kreissägen eingehend dargestellt. Tafeln über Schnittwinkel, Schnittgeschwindigkeiten und zahlreiche Abbildungen geben reichen Aufschluß. Werkzeuge für den Bergbau sind am Schluß besonders behandelt. Die Abschnitte 8 bis 11 zeigen weitere Anwendungsgebiete, wie z. B. für Düsen, Ziehwerkzeuge, Meßflächen an Meßwerkzeugen, Drehbank- und Härteprüferspitzen, Leitrollen usw. Denjenigen, die das technische Schrifttum über Hartmetalle eingehender durchforschen wollen, sind die Aufzeichnungen der darüber bestehenden Patente und Quellenangaben eine willkommene Beigabe dieses Buches. Für die 2. Auflage sei noch besonders erwähnt, daß außer den allgemein notwendig gewordenen Ergänzungen hauptsächlich die Kapitel über Sonderwerkzeuge vollkommen neu bearbeitet worden sind.

A. Krüger.

669. 1

Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. 14. Aufl. Mit 135 Abb., 65 Zahlentafeln, X u. 591 S. im Format B 5. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1937. Preis geb. 15 RM.

Die längst erwartete 14. Auflage dieses Werkes liegt nunmehr vor. Da sich seit Erscheinen der letzten Auflage (1929) wesentliche Änderungen in der Eisenhüttenindustrie vollzogen haben, und zwar sowohl technischer als auch wirtschaftlicher Art, mußte die neue Auflage entsprechend umbearbeitet werden. Das gilt vor allem für die Abschnitte über die Erzaufbereitung, den elektrischen Ofen in der Roheisen- und Stahlerzeugung, über das Kokereiwesen, die Werkstoffprüfung, die Weiterverarbeitung von Stahl, das Gießereiwesen, wozu im wirtschaftlichen Teil neue Abschnitte über die wirtschaftliche und soziale Selbstverwaltung, den Sinn und den Inhalt der Gesetze der nationalen Arbeit, die Organisation der gewerblichen Wirtschaft usw. hinzugekommen sind. Aufschlußreich sind dann die Abschnitte über die Rohstofflage und Eisenwirtschaft in den verschiedenen Ländern, die Entwicklung und den Aufbau der deutschen Eisen- und Stahlindustrie, die Verbandsbildung, den Erz-, Schrott- und Eisenhandel. Die „Gemeinfaßliche Darstellung" weicht in ihrer neuen Auflage in keiner Weise von ihrem bisherigen Ruf ab: das Buch ist mustergültig und höchst lehrreich für den Eisenhüttenmann, dann aber auch für den Ingenieur einer jeden Fachrichtung, außerdem wird es dem Betriebskaufmann, Volkswirt und Studierenden ein wertvoller Wegweiser sein, zumal gut gewählte Bilder das Verständnis für zahlreiche Fragen erleichtern. Der Herausgeber verdient ein uneingeschränktes Lob für die große Mühewaltung und klare Bearbeitung der einschlägigen Fragen. An einem vollen Erfolg dieser neuen Auflage ist daher nicht zu zweifeln.

H. Kalpers VDE.

621. 39 : 623

Die Führungstruppe der Wehrmacht. Die Nachrichtentruppen in Krieg und Frieden. Herausg. von Hauptmann d. R. Hellmut Blume. Mit zahlr. Abb. u. 200 S. im Format 170 × 240 mm. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Berlin, Leipzig 1937. Preis geh. 4,80 RM, geb. 5,80 RM.

Das Buch von Blume ist eine vortreffliche Darstellung der großen Bedeutung der Nachrichtentruppe bei jeder modernen Wehrmacht. In fesselnder Weise wird von namhaften Vertretern der Wehrmacht ein anschauliches Bild von der Tätigkeit der Truppe gegeben. Die Darstellung der Kriegserlebnisse wird bei vielen Frontkämpfern lebhafte Erinnerungen wecken und macht dem Leser die ungeheure Bedeutung klar, die auch die Tätigkeit des einfachen Soldaten der Nachrichtentruppe hat. Man sieht gewissermaßen den Fernsprecher, den Funker, den Telegraphisten bei seiner Arbeit. Die technische Darstellung der Geräte gehört nicht in den Rahmen dieses Buches. Da aber viele Ingenieure den Wunsch haben, bei einer technischen Truppe zu dienen, werden auch die Schilderungen vom Leben der heutigen Nachrichtentruppe in der Kaserne, bei der Übung und schließlich im Manöver viele interessierte Leser finden. Eine Reihe ausgezeichneter Bilder unterstützt den Text.

Dieses Buch wird jeder mit Eifer lesen und mit Befriedigung aus der Hand legen. Man kann ihm nur die weiteste Verbreitung wünschen.

F. Moench VDE.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Industrielle Elektrowärme. Herausgegeben von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. Teil II: Grundfragen der Elektrowärmetechnik. Bearb. von Ing. K. Mertens. Mit 16 Abb. u. 62 S. im Format A 5. Droste Verlag u. Druckerei K.-G., Düsseldorf 1937. Teil III: Wo wird Elektrowärme mit Vorteil angewendet? Bearb. von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Berlin, und der Aktiengesellschaft Sächsische Werke, Dresden. Mit 27 Abb. u. 116 S. im Format A 5. Verlag: Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft AFE, Berlin W 35, 1937. Preis je Band kart. 1 RM.

[Dem bereits im Jahre 1936 erschienenen 1. Teil folgen ein 2. und 3. Teil, die in gleicher Weise wie Teil 1 allgemein verständlich gehalten sind und weite Kreise der Elektrizitätswerke, Elektroofenindustrie und Öffentlichkeit mit den Fragen der Elektrowärme vertraut machen sollen.]

Hydraulischer Brennkraft-Erzeuger, das Triebelement für Gasturbinen, Kohlenstaubturbinen, Schiffsrückstoßmotoren und Ejektoren. Von Ing. E. E. J. Graichen. Mit zahlr. Abb. u. 37 S. im Format A 5. Selbstverlag des Verfassers, Berlin 1936.

[Graichen benutzt eine Wassersäule als Kolben für Explosionsstöße an Gasturbinen. Humphreys, Voigt mit Deutz, Stauber mit Voith-Heidenheim und andere haben bereits an der konstruktiven Verwirklichung ähnlicher Absichten gearbeitet, bislang ohne praktischen Erfolg. Graichen glaubt, daß seine auf langjährigen Versuchen beruhenden Versuchsausführungen auch praktisch einen wesentlichen technischen Fortschritt bringen. Das Buch beschreibt kurz die Wirkungsweise der Maschinen, gibt einiges über die Berechnung und enthält eine Reihe einfacher Skizzen.] V

Deutscher Reichsbahn-Kalender 1938. 12. Jg. Herausg. vom Pressedienst des Reichsverkehrsministeriums. Format 160 × 260 mm. Konkordia-Verlag R. Rudolph, Leipzig 1937. Preis 3,20 RM.

[Der 12. Jahrgang (1938) des Deutschen Reichsbahn-Kalenders steht unter dem Leitgedanken „Reichsbahn und Handwerk". Die enge Verbundenheit zwischen Reichsbahn und Handwerk dem selbständigen gewerblichen und dem industriellen Handwerk, wird in zahlreichen, vorzüglichen Bildern gezeigt. Wie immer macht der Benutzer des Kalenders auch in diesem Jahr mit der Reichsbahn eine Bilderreise durch ihren Betrieb und durch deutsche Lande.]

Doktordissertation.

Paul Bachert, Über das innere magnetische Feld stromdurchflossener Querschnitte und seinen Einfluß auf die elektromagnetischen Kräfte in flüssigen Leitern mit besonderer Berücksichtigung des Wirbelkraft-Effektes in Induktions-Öfen. T. H. Darmstadt 1937.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Ing. E. Schiemann, Mannheim, Moselstr. 2.
Oberregierungsrat Dr. Alfred Schulze, Berlin W 50, Prager Str. 2.
Prof. Dr. E. Lübcke, Berlin-Neu-Westend, Westendallee 92 d.
Dipl.-Ing. G. August, Berlin-Halensee, Eisenzahnstr. 20.

Abschluß des Heftes: 22. Dezember 1937.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet.

Digitized by Google

Das hochempfindliche Lichtrelais RPU.

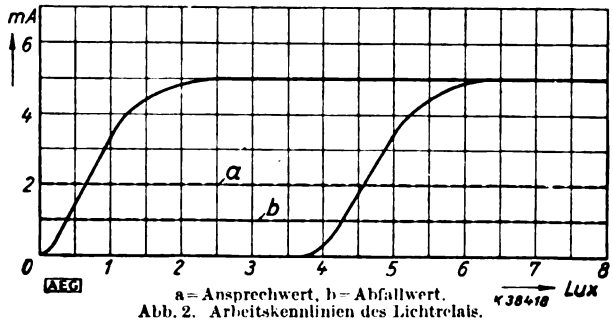
Mitteilung der AEG.

Die mittlere Stromempfindlichkeit einer Cäsium-Fotozelle, die für Steuerzwecke verwendet wird, beträgt 60 μA/lm. Bei einer lichtempfindlichen Fläche der Fotozelle von 5 cm² entspricht dies einer Empfindlichkeit von 0,03 μA/lx. Aendert sich die auf eine derartige Fotozelle auftreffende Helligkeit z. B. um 1 lx, so ergibt sich eine Stromänderung von $1 \cdot 0{,}03\ \mu A = 3 \cdot 10^{-8}$ A. Durch diese Stromänderung wird an dem mit der Fotozelle in Reihe geschalteten Widerstand von 10 MΩ ein Spannungsabfall von $3 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot 10^{6} = 0{,}3$ V hervorgerufen. Bei einem Gitterspannungsbereich der Verstärkerröhre von 60 V entspricht das einer Spannungsänderung von 0,5 %.

Abb. 1. Hochempfindliches Lichtrelais (Fotozellengerät).

Wenn man davon absieht, daß sich bei einer Spannungsänderung die Kennlinie und damit die Empfindlichkeit der Fotozelle verändert, so würden Spannungsschwankungen von 0,5% und darüber in dem oben angenommenen Falle das Gerät allein schon durch Aenderung der Gitterspannung zum Ansprechen bringen. Wenn also von einem Fotozellengerät eine Ansprechempfindlichkeit in der Größenordnung von 1 lx gefordert wird, so muß jede Aenderung der für den Betrieb des Fotozellen- und Verstärkerkreis verwendeten Spannung über 0,2 % hinaus vermieden werden. Dies kann einmal durch Batteriespeisung erreicht werden. Diese Lösung ist zwar für empfindliche Messungen und Steuerungen geeignet; sie bedarf aber wegen der nicht zu umgehenden Entladungserscheinung von Zeit zu Zeit einer Nacheichung. Die zweite Lösung stellen Glimmstrecken-Spannungsteiler dar, die zwischen Stromquelle und Verbraucher geschaltet werden und Spannungen liefern, die bei Netzschwankungen von $\pm$ 10 % bis auf $\pm$ 0,1 bis 0,2 % konstant sind.

Ein Fotozellengerät für Messungen kleinster Helligkeiten und Helligkeitsunterschiede muß also mit einer Einrichtung versehen sein, welche die Betriebspannung auf stets gleicher Höhe hält. Das hochempfindliche AEG-Lichtrelais (Abb. 1) hat daher neben einem Gleichrichter mit Glättungskreis einen Glimmstrecken-Spannungsteiler als Stabilisator.



a = Ansprechwert, b = Abfallwert.
Abb. 2. Arbeitskennlinien des Lichtrelais.

Jede Belichtung der lichtempfindlichen Schicht ruft unter dem Einfluß der angelegten Saugspannung einen Fotozellenstrom hervor und hat damit auch einen Anodenstrom der angekoppelten Verstärkerröhre zur Folge. Die Größe dieser Ströme entspricht der Intensität der Belichtung. Das im Anodenkreis der Verstärkerröhre liegende Relais soll nun aber nicht auf irgendeinen beliebigen Wert der „Vor"-Belichtung, sondern auf die durch den Arbeitsvorgang bestimmte Helligkeitsschwankung ansprechen. Es muß daher dem Fotozellenkreis eine Vorspannung zugeführt werden, welche die Vorbelichtung aufhebt.

Die Arbeitskennlinie des Relais wird durch diese Maßnahme so verschoben, daß bei Aenderung der Gesamthelligkeit um die Ansprechhelligkeit der Ansprech- und Abfallwert des Feinrelais (Abb. 2, Ordinaten a und b) überschritten wird. Soll z. B. das Feinrelais bei Aenderung der Helligkeit von 4 auf 5 lx ansprechen, so muß das Lichtrelais auf die durch die rechte Kurve in Abb. 2 dargestellte Kennlinie eingestellt werden. Das Einstellen erfolgt mit einem kleinen Spannungsteiler, über den dem Gitter der Verstärkerröhre eine beliebig hohe negative Vorspannung aufgedrückt werden kann.

Die Fotozelle ist an die Verstärkerröhre derart angekoppelt, daß mit steigender Belichtung auch der Anodenstrom wächst (Arbeitstromschaltung). Da das in das Gerät eingebaute Feinrelais einen Umschaltkontakt hat, so kann bei Belichtung entweder ein Arbeitskontakt geschlossen oder ein Ruhekontakt geöffnet werden.

Der Fotozellen- und Verstärkerkreis sowie der Netzanschlußteil sind in zwei getrennte Gehäuse eingebaut. Das eigentliche Fotozellengerät beansprucht dadurch nur wenig Raum; es läßt sich leicht an der Stelle unterbringen, an der die Helligkeitsschwankungen auftreten. Das Netzanschlußgerät (Abb. 3) mit dem Gleichrichter und der Stabilisierungseinrichtung kann in beliebiger Entfernung aufgestellt werden. Infolge der großen Beweglichkeit des Fotozellengerätes ist seine Anwendung auch möglich, wenn das Gerät nachträglich an vorhandene Maschinen angebaut werden soll. Aus der Fülle der Anwendungsmöglichkeiten des AEG-Lichtrelais RPU seien nur einige genannt: als hochempfindliches Steuergerät für Verpackungsmaschinen, bei denen durch leichte Farbaufdrucke auf Cellophanstreifen das Lichtrelais ausgelöst wird; zur Anzeige von Rauchspuren, für Raumschutzanlagen mit unsichtbaren Strahlen, für Walzwerksteuerungen, für Zeitmeßeinrichtungen, Zeitstudien und vieles andere mehr. Das hochempfindliche Lichtrelais kann auch als Meßgerät für Helligkeiten dienen. Es mißt Strahlungen jeder Art, auch ultraviolette und infrarote Strahlen, Temperaturen glühender Körper bei gegebenem Abstand zur Fotozelle, Schwärzungen an Platten und Filmen, Dicken von Drähten und Fäden, Flächen, Schwingungen usw.

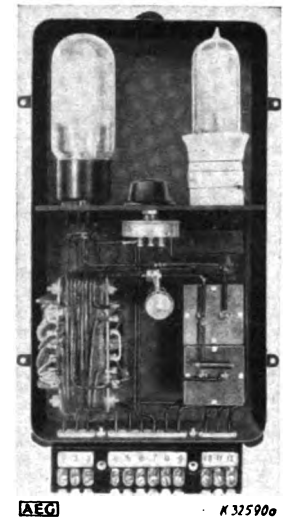


Abb. 3. Netzanschlußgerät.

Die wichtigsten technischen Werte des daher auch als Universal-Fotozellengerätes bezeichneten Lichtrelais RPU sind:

Nennspannung	110 oder 220 V
Leistungsaufnahme	etwa 50 VA
Abschaltleistung des Feinrelais	50 VA bei 220 V~
Mindestansprechhelligkeit	1 lx
Abmessungen des Fotozellengerätes (ohne Tubus)	290 × 155 × 120 mm³
Abmessungen des Netzanschlußgerätes	185 × 380 × 165 mm³
Nettogewicht	insgesamt etwa 9 kg

Die verwendeten Cäsium-Kugelfotozellen haben eine lichtempfindliche Schicht von etwa 10 cm² Oberfläche. Für Meßzwecke werden Vakuumzellen, für Steuerungen gasgefüllte Zellen angewendet.

Digitized by Google

schöpfen und in ihm vor allem die zahlenmäßigen Unterlagen finden, die für eine Fabrikation nach technischen Grundsätzen unerläßlich sind. Es ist wohl nicht zuviel gesagt, daß mit dem Erscheinen des Buches das Zeitalter der „Alchemie" im Vakuumröhrenbau beendet ist. H. Busch VDE.

621. 32

Lichttechnik. Von Dr. W. Köhler. (Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Von H. Pohl. Bd. 2. 16. neubearb. Aufl.). Mit 92 Abb., 21 Tafeln, VI u. 112 S. im Format A 5. Dr. Max Jänecke Verlagsbuchhandlung, Leipzig 1937. Preis kart. 1,80 RM.

Die Tatsache, daß die erste Auflage des im September v. J. zur Reichstagung der DLTG in Frankfurt herausgegebenen Handbuches in erstaunlich kurzer Zeit vergriffen war, kann wohl ein Beweis dafür sein, daß ein solches Werk von den Ingenieuren lange erwartet wurde, und daß hier etwas geschaffen worden ist, was dem Ingenieur bisher in dieser handlichen Form fehlte. Zwingt doch die zunehmende Vertiefung der Erkenntnis „Gutes Licht — Gute Arbeit" die Betriebsingenieure, der Lichttechnik größere Aufmerksamkeit zu widmen, als es bisher vielfach für notwendig gehalten wurde.

Zur diesjährigen Reichstagung der DLTG in Köln erschien eine Neuauflage des Werkes. Grundsätzliche Abweichungen von der ersten Auflage sind nicht festzustellen außer den selbstverständlich vorgenommenen Ergänzungen und inzwischen erforderlich gewordenen Berichtigungen. Eine Schrifttumsübersicht ist aufgenommen worden, die sich allerdings vorwiegend auf wissenschaftlich-theoretische Erörterungen erstreckt. Da das Büchlein dem Ingenieur der Praxis Führer und „rechte Hand" sein soll, wäre es vielleicht nicht fehl am Platze gewesen, ihn auch auf Abhandlungen über praktisch durchgeführte Anlagen hinzuweisen. Neben dem gegebenen Überblick über das Gesamtgebiet der Lichttechnik, den Grundbegriffen, den Eigenschaften der Lichtquellen, der Berechnung von Beleuchtungsstärke und dergl. kann es dem nicht mit dem Gebiet Lichttechnik vertrauten Praktiker von Nutzen sein, in einem Nachschlagewerk auch etwas zu finden, an Hand dessen er seine Aufgaben mit ähnlichen bereits durchgeführten Aufgaben vergleichen kann.

Der Verfasser betont allerdings auch selbst in seinem Vorwort, daß es nicht möglich ist, im Rahmen eines kleinen Handbüchleins den äußerst umfangreichen Stoff auch nur annähernd voll zu erschöpfen, und hat sich deshalb auf das Wichtigste beschränkt.

Jedenfalls ist zu wünschen, daß recht viele Ingenieure, die noch nicht lichttechnisch bewandert sind, von diesem Handbuch regen Gebrauch machen zum Segen der durch gutes Licht geförderten guten Arbeit. E. von der Trappen VDE.

536. 7

Technische Thermodynamik. Von Prof. Dr.-Ing. Fr. Bošnjaković. 2. Teil. (Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen, Bd. XII. Herausg. unter Mitwirkg. v. Prof. Dr.-Ing. A. Naegel und Prof. Dr.-Ing. W. Pauer von Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. E. h. H. Pfützner.) Mit 243 Abb., XIV u. 290 S. im Format A 5. Dazu eine Mappe mit 7 Diagrammtafeln. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1937. Preis geh. 18 RM, geb. 19 RM., Preis der Tafelmappe 8 RM.

In dem vorliegenden Buch werden im wesentlichen die Wärmefragen bei Zweistoffgemischen und zum Schluß die Verbrennung und Vergasung von Brennstoffen behandelt. Die eingehende Behandlung der Zweistoffgemische hat besonders für die chemische und metallurgische Industrie große Bedeutung, weil der Wirkungsgrad der meisten technologischen Prozesse noch sehr schlecht ist. Der Verfasser gibt an, auf welche Weise derartige Prozesse wärmewirtschaftlich verbessert werden können.

Aus dem reichen Inhalt des Buches sollen nur einige Zweistoffvorgänge angegeben werden, um eine Übersicht zu erhalten. Es werden die Verflüssigung von Gasen, Absorptionskältemaschinen, Dampf-Luft-Gemische, Verdampfung, Sublimation, Destillation, Rektifikation, Eindampfung von Salzlösungen u. a. behandelt. Eine beigefügte Aufgabensammlung mit 74 Aufgaben und Angabe der Lösungen gibt Übungsstoff für die Anwendung abgeleiteter Gleichungen und der beigefügten Tafeln.

Die Sondermappe enthält Wärmeinhalts-(Enthalpie-) und Entropietafeln folgender Zweistoffgemische: Feuchte Luft, Wasserdampf-Luft, Wasser-Ammoniak, Äthylalkohol-Wasser, Stickstoff-Wasser.

Eine genaue Nachprüfung der verschiedenen Kapitel konnte bei dem großen Umfang des Buches nicht erfolgen. Stichproben ergaben aber, daß die behandelten Prozesse klar und anschaulich dargestellt werden. Besonders erwähnt werden soll die ungemein große Arbeitsleistung des Verfassers, die für den Text und die Tafeln erforderlich war.

Das Buch kann ich allen Ingenieuren und Chemikern, die sich mit den wärmetechnischen Problemen von Zweistoffgemischen beschäftigen müssen, warm empfehlen.

O. Schöne.

342 : 621. 311

Energiewirtschaftsrecht. Energiewirtschaftsgesetz mit den Durchführungsbestimmungen, Nebengesetzen, Verordnungen, Erlassen. Erläutert von Dr. E. Eiser. Mit VIII u. 368 S. im Format 155 × 200 mm. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München u. Berlin 1937. Preis der Loseblattausgabe in Leinenordner 11 RM.

Am 16. 12. 1935 wurde das Energiewirtschaftsgesetz im Reichsgesetzblatt veröffentlicht. Bei der Bedeutung, die diesem Gesetz für die gesamte Volkswirtschaft zuzumessen ist, war anzunehmen, daß es, mit Kommentaren und Erläuterungen versehen, von verschiedenen Verfassern herausgegeben werden würde. Eine solche Erläuterung des Energiewirtschaftsgesetzes liegt auch hier vor, von einem Juristen geschrieben, der bei einem größeren Energieversorgungsunternehmen tätig ist. Von den übrigen bisher erschienenen Kommentaren unterscheidet sich dieses Werk sehr vorteilhaft dadurch, daß es 1.) in Loseblattform erschienen ist und man somit die Möglichkeit hat, Nachträge beizuheften und 2.) nicht nur das Energiewirtschaftsgesetz erläutert, sondern alle wichtigen jetzt noch gültigen Vorschriften und Gesetze, welche die Energiewirtschaft beeinflussen, bringt. Man findet hier also sowohl den Teil der Gemeindeordnung, der sich mit Regiebetrieben befaßt, ebenso erläutert wie das Gesetz betr. die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit und auch Musterbedingungen für Versorgungsunternehmungen. Die juristischen Erläuterungen der einzelnen Verordnungen sind — das muß besonders betont werden — auch für einen Techniker verständlich geschrieben, ebenso wie die technischen Erläuterungen infolge ihrer einfachen Darstellung jedem Juristen das Verständnis der Energiegesetze und Verordnungen erleichtern werden. W. Willing VDE.

620. 92

Gestaltungskräfte der Energiewirtschaft. Von Dr G. Hünecke. Mit 12 Abb., VII und 195 S. im Format 160 × 230 mm. Verlag F. Meiner, Leipzig 1937. Preis geh. 11,50 RM, geb. 13,50 RM.

Das Buch befaßt sich einleitend mit der Energieversorgung als Problem, um dann in zahlreichen guten Übersichten und Zahlentafeln die Standorte der hauptsächlichsten Energieträger, Kohle, Erdöle und Wasserkraft zu zeigen. Nachdem technische Erläuterungen über die Energieumwandlung gegeben werden, folgt der Hauptteil über Energieverteilung und -absatz. Das Schlußkapitel gibt über den Energieverbrauch Auskunft. Der Zielsetzung des Buches entsprechend werden die wirtschaftlichen und die technischen Gesichtspunkte, die die Energiewirtschaft geformt haben, den Lesern in klarer und eindrucksvoller Weise vor Augen geführt. Der Elektrotechniker wird nicht immer die Ansicht des Verfassers teilen, so soll z. B. S. 141/144 die Verbundwirtschaft die elektrische Energie nicht nur billiger machen, sondern sie soll auch durch diese Maßnahme sicherer zur Verfügung gestellt werden. In dem folgenden Abschnitt wird der Wettbewerb zwischen elektrischer Energie und Gas geschildert. Untersuchungen, die in jüngster Zeit durchgeführt wurden, haben die Furcht vor den Kochspitzen gemildert. Auch hier wird, wenn der Zeitpunkt gekommen ist, die Verbundwirtschaft zwischen Speicher-Wasserkraftwerk und Dampfkraftwerk Abhilfe schaffen, ohne zunächst besondere Investitionen für Ausbau der Elektrizitätswerke anzuwenden. Das Buch, dem am Schluß ein sehr wertvolles Schrifttum angegliedert ist, sollte jeder Ingenieur aufmerksam durchlesen, damit er seinen Blick über seinen engeren Arbeitskreis hinaus weitet. Da das Buch besondere technische und wirtschaftliche Kenntnisse nicht voraussetzt, ist es auch dem in der Energiewirtschaft tätigen Kaufmann sehr zu empfehlen. H. Hasse VDE.

621. 9

Hartmetallwerkzeuge. Wirkungsweise, Behandlung, Konstruktion und Anwendung. Von Dr.-Ing. C. Agte und Dr.-Ing. K. Becker. 2., neubearb. Aufl. Mit 144 Abb., 19 Tafeln u. 234 S. im Format A 5. Verlag Chemie G.mb.H., Berlin 1937. Preis geb. 18 RM.

Die Verfasser hatten sich bei der ersten Auflage des vorliegenden Buches bemüht, dem Bedürfnis nachzukommen, für

Digitized by Google

VERSCHIEDENES.

BUCHBESPRECHUNGEN.

621. 396. 029. 63

Physik und Technik der Gegenwart. Abt. Fernmeldetechnik. Herausg. von Prof. Dr. H. Faßbender. Bd. 1: Einführung in Theorie und Technik der Dezimeterwellen. Von Dr.-Ing. O. Groos. 1. Teil: Die Schwingungserzeugung und ihre Beeinflussung. Mit 157 Abb., X u. 188 S. im Format 155 × 230 mm. Verlag von S. Hirzel, Leipzig 1937. Preis geh. 8 RM, geb. 9,50 RM.

Das vorliegende Buch ist der erste Band der von Prof. Dr. H. Faßbender herausgegebenen Buchreihe über das Fachgebiet „Fernmeldetechnik" im Rahmen der Schriftenreihe „Physik und Technik der Gegenwart" des Hirzel-Verlages.

Groos hat es bei dem vorliegenden Werk als erster unternommen, die Schwingungserzeugung im Gebiet der Dezimeterwellen in knapper, einheitlicher und geschlossener Form darzustellen. Bei der fast unübersehbaren Fülle von Originalarbeiten über dies Gebiet hat sich der Mangel an zusammenfassenden Darstellungen in einer für den Techniker brauchbaren Form stets besonders fühlbar gemacht. Als Buchveröffentlichung ist bisher nur das Werk von H. E. Hollmann über „Physik und Technik der ultrakurzen Wellen" bekannt geworden. Ein Vergleich des Hollmannschen Buches mit dem neuen Werk von Groos liegt deshalb besonders nahe.

Hollmann hat es versucht, die Ergebnisse sämtlicher Einzelarbeiten darzustellen und ihnen gerecht zu werden. Eine solche Zusammenstellung ist für den Spezialfachmann von sehr großem Werte; für denjenigen, der sich in das Gebiet der Dezimeterwellen erst einarbeiten muß (und das ist heute ein größerer Teil der Fernmeldetechniker), ergibt sich jedoch eine unübersehbare Fülle von vielen, zum Teil sogar einander widersprechenden Einzelergebnissen. Groos stellt bei seinem Buch die Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit in den Vordergrund. Er beschränkt sich bewußt auf die Verfahren und Anordnungen der Schwingungserzeugung, deren technische Brauchbarkeit bereits praktisch erwiesen ist, und stellt deren Arbeitsweise in übersichtlicher Form dar. Da das gesamte Gebiet der Dezimeterwellen noch vollkommen im Fluß ist, ist es selbstverständlich und nicht als Nachteil des Buches anzusehen, daß der Spezialfachmann sich bei diesem oder jenem Punkte etwas andere Vorstellungen macht, als sie hier dargestellt sind. Der Stoff ist in zwei Hauptabschnitte gegliedert: A. Theoretisch physikalische Grundlagen und B. Technik der Schwingungserzeugung. In jedem dieser Abschnitte werden Rückkopplungssender, Bremsfeldsender und Magnetfeldsender behandelt.

Groos nennt sein Buch eine „Einführung"; es ist aber weit mehr, denn es ist auch für den Fachmann wertvoll zu lesen und zu besitzen. F. W. Gundlach VDE.

620. 1 : 621. 385

Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik. Eigenschaften, Verarbeitung und Verwendungstechnik der Werkstoffe für Hochvakuumröhren und gasgefüllte Entladungsgefäße. Von Dr. W. Espe und Dr.-Ing. M. Knoll. Mit 405 Abb. i. Text u. 1 mehrfarb. Tafel, VIII u. 383 S. im Format B 5. Verlag Julius Springer, Berlin 1936. Preis geb. 48 RM.

Die Vakuumröhre, bis vor noch nicht allzulanger Zeit ein ausgesprochenes Laboratoriumserzeugnis, ist heute ein Gegenstand der Technik, ja technischer Massenfertigung geworden. Dennoch haften dem Elektronenröhrenbau aus der früheren Zeit noch mancherlei Eierschalen an. Es mag vielleicht übertrieben erscheinen, wenn die Verfasser des vorliegenden Werkes im Vorwort schreiben, daß „sich dieses Arbeitsgebiet zum Teil noch im Zustande der alten Alchemie befindet"; es ist aber zweifellos daran ein wahrer Kern. „Ob eine Serie von Versuchsröhren gelingt, hängt in manchen Laboratorien buchstäblich vom Wetter ab; man arbeitet häufiger nach Rezepten und Überlieferungen, als nach klaren physikalischen Erkenntnissen". Die Ursache dieses Zustandes ist vor allem die, daß hier vielfach Vorgänge mit hineinspielen, die dem normalen Techniker fremd sind; das geforderte hohe Vakuum stellt bei den in den Röhren auftretenden hohen Temperaturen ganz außergewöhnliche Anforderungen an die verwendeten Werkstoffe und verlangt von ihnen Eigenschaften, die nur bei gründlichster Vertrautheit mit den einschlägigen physikalischen Vorgängen (man denke z. B. an die Absorption und Wiederabgabe von Gasen) beherrscht werden können und die zum Teil erst durch ausgedehnte Laboratoriumsuntersuchungen gezüchtet werden konnten. In dieser Richtung ist, vorwiegend im letzten Jahrzehnt, eine ungeheure Zahl von Arbeiten ausgeführt worden, die, ganz abgesehen davon, daß sie zum Teil schwer zugänglich sind, schon allein ihrer großen Zahl wegen es selbst dem Fachmann schwer machen, einen Überblick zu gewinnen.

Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß die Verfasser des vorliegenden Buches sich die Aufgabe gestellt haben, die im Schrifttum verstreuten Angaben über die Eigenschaften, die Verarbeitung und die Verwendungsverfahren der im Vakuumröhrenbau gebrauchten Werkstoffe zusammenfassend darzustellen und auf Grund ihrer eigenen Erfahrungen zu ergänzen, und daß sie — um das vorwegzunehmen — diese Aufgabe in einer so vorbildlichen Weise gelöst haben.

Das Buch behandelt nach einer kurzen Einführung, in der auf die besonderen Anforderungen der Hochvakuumtechnik an die Werkstoffe (insbesondere die leichte Entgasbarkeit) hingewiesen wird, und nach einigen metallographischen Vorbemerkungen zunächst auf etwa 100 Seiten die in der Hochvakuumtechnik verwendeten Metalle, gruppiert nach hochschmelzenden Metallen (Wo, Mo, Ta, Nb), Platinmetallen, „unedlen Metallen" (Ni, Fe, Cu, Al, Ag, Be, Zr, Ti) und ihren Legierungen, Quecksilber, Alkali- und Erdalkalimetallen (Li, Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Ba, Sr), woran sich ein kurzer Abschnitt über den namentlich für Quecksilberdampfgleichrichter wichtigen Elektrographit anschließt. Bei jedem Metall werden Gewinnung, Eigenschaften und technische Anwendungen behandelt. Dann kommt ein sehr wertvolles Kapitel: „Spezielle Verarbeitungsmethoden der Vakuummetalle", in dem auf 42 Seiten vor allem die Entgasung, außerdem Formgebung, Verbindung von Metallteilen und Oberflächenbehandlung eingehend besprochen werden. Die nächsten Kapitel sind den nichtmetallischen Baustoffen: Gläser, Quarzglas und Quarzgut, keramische Baustoffe, gewidmet, von denen besonders eingehend auf 32 Seiten die Gläser (Gewinnung, Zusammensetzung, Eigenschaften, Formung, Oberflächenbehandlung und Entgasung) behandelt werden. Es folgen Leuchtstoffe (Phosphore), Glimmer, Asbest, Gummi, Dichtungsfette, -öle und -kitte, Röhrensockelkitte, und schließlich ein größeres Kapitel über Gase und Dämpfe, bei denen außer Gewinnung, Eigenschaften und Anwendungen noch die Reinigungs- und Füllmethoden sowie die Reinheitsprüfung besprochen werden.

Damit wäre die eigentliche „Werkstoffkunde" abgeschlossen. Die Verfasser haben aber ihre Aufgabe weitergefaßt, sie wollen die Verarbeitungstechnik der Werkstoffe bis zu den fertigen Röhreneinzelteilen bringen, und so wird auf den letzten 100 Seiten noch eine Reihe von Kapiteln angeschlossen, die der auf dem Röhrengebiet arbeitende Ingenieur oder Physiker besonders begrüßen wird: Glühkathoden, Lichtelektrische Kathoden, Kalte Kathoden, Gettermethoden und Vakuumdichte Verbindungen. Ein Anhang enthält einige vielgebrauchte Kurventafeln und Nomogramme, angefügt ist ein ausführliches Schrifttumverzeichnis (etwa 850 Zitate) und ein Sachregister.

So hält das Buch wesentlich mehr, als der Titel verspricht, es ist eigentlich eine Darstellung fast des ganzen Gebietes der Hochvakuumtechnik geworden, wobei im wesentlichen nur die Vakuumpumpen und die Gasströmungsvorgänge bei niedrigen Drucken fehlen. Die Darstellung ist äußerst knapp und konzentriert, teilweise im Telegrammstil gehalten, trotzdem aber flüssig, sehr klar, übersichtlich und von hohem Niveau.

Das einzige, was man an dem Buch vielleicht aussetzen könnte, ist der Preis, der, auf die Druckseite bezogen, über den schon an sich leider reichlich hohen Preis des deutschen wissenschaftlichen Buches nicht unwesentlich hinausgeht. Er ist wohl bedingt durch die qualitativ und quantitativ sehr gute Ausstattung mit Abbildungen und die vielen (fast 120) wertvollen Tafeln, die sich zum Teil über mehrere Seiten erstrecken.

Trotzdem, wenn irgend ein Buch seinen Preis wert ist, so ist es das vorliegende. Jeder, der sich, sei es fabrikatorisch, sei es im Laboratorium, mit der Herstellung von Vakuumröhren befaßt, wird aus ihm eine Fülle von Rat und Anregung

Digitized by Google

schöpfen und in ihm vor allem die zahlenmäßigen Unterlagen finden, die für eine Fabrikation nach technischen Grundsätzen unerläßlich sind. Es ist wohl nicht zuviel gesagt, daß mit dem Erscheinen des Buches das Zeitalter der „Alchemie" im Vakuumröhrenbau beendet ist. H. Busch VDE.

621. 32

Lichttechnik. Von Dr. W. Köhler. (Die Montage elektrischer Licht- und Kraftanlagen. Von H. Pohl. Bd. 2. 16. neubearb. Aufl.). Mit 92 Abb., 21 Tafeln, VI u. 112 S. im Format A 5. Dr. Max Jänecke Verlagsbuchhandlung, Leipzig 1937. Preis kart. 1,80 RM.

Die Tatsache, daß die erste Auflage des im September v. J. zur Reichstagung der DLTG in Frankfurt herausgegebenen Handbuches in erstaunlich kurzer Zeit vergriffen war, kann wohl ein Beweis dafür sein, daß ein solches Werk von den Ingenieuren lange erwartet wurde, und daß hier etwas geschaffen worden ist, was dem Ingenieur bisher in dieser handlichen Form fehlte. Zwingt doch die zunehmende Vertiefung der Erkenntnis „Gutes Licht — Gute Arbeit" die Betriebsingenieure, der Lichttechnik größere Aufmerksamkeit zu widmen, als es bisher vielfach für notwendig gehalten wurde.

Zur diesjährigen Reichstagung der DLTG in Köln erschien eine Neuauflage des Werkes. Grundsätzliche Abweichungen von der ersten Auflage sind nicht festzustellen außer den selbstverständlich vorgenommenen Ergänzungen und inzwischen erforderlich gewordenen Berichtigungen. Eine Schrifttumsübersicht ist aufgenommen worden, die sich allerdings vorwiegend auf wissenschaftlich-theoretische Erörterungen erstreckt. Da das Büchlein dem Ingenieur der Praxis Führer und „rechte Hand" sein soll, wäre es vielleicht nicht fehl am Platze gewesen, ihn auch auf Abhandlungen über praktisch durchgeführte Anlagen hinzuweisen. Neben dem gegebenen Überblick über das Gesamtgebiet der Lichttechnik, den Grundbegriffen, den Eigenschaften der Lichtquellen, der Berechnung von Beleuchtungsstärke und dergl. kann es dem nicht mit dem Gebiet Lichttechnik vertrauten Praktiker von Nutzen sein, in einem Nachschlagewerk auch etwas zu finden, an Hand dessen er seine Aufgaben mit ähnlichen bereits durchgeführten Aufgaben vergleichen kann.

Der Verfasser betont allerdings auch selbst in seinem Vorwort, daß es nicht möglich ist, im Rahmen eines kleinen Handbüchleins den äußerst umfangreichen Stoff auch nur annähernd voll zu erschöpfen, und hat sich deshalb auf das Wichtigste beschränkt.

Jedenfalls ist zu wünschen, daß recht viele Ingenieure, die noch nicht lichttechnisch bewandert sind, von diesem Handbuch regen Gebrauch machen zum Segen der durch gutes Licht geförderten guten Arbeit. E. von der Trappen VDE.

536. 7

Technische Thermodynamik. Von Prof. Dr.-Ing. Fr. Bošnjaković. 2. Teil. (Wärmelehre und Wärmewirtschaft in Einzeldarstellungen, Bd. XII. Herausg. unter Mitwirkg. v. Prof. Dr.-Ing. A. Naegel und Prof. Dr.-Ing. W. Pauer von Geh. Hofrat Prof. Dr.-Ing. E. h. H. Pfützner.) Mit 243 Abb., XIV u. 290 S. im Format A 5. Dazu eine Mappe mit 7 Diagrammtafeln. Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig 1937. Preis geh. 18 RM, geb. 19 RM., Preis der Tafelmappe 8 RM.

In dem vorliegenden Buch werden im wesentlichen die Wärmefragen bei Zweistoffgemischen und zum Schluß die Verbrennung und Vergasung von Brennstoffen behandelt. Die eingehende Behandlung der Zweistoffgemische hat besonders für die chemische und metallurgische Industrie große Bedeutung, weil der Wirkungsgrad der meisten technologischen Prozesse noch sehr schlecht ist. Der Verfasser gibt an, auf welche Weise derartige Prozesse wärmewirtschaftlich verbessert werden können.

Aus dem reichen Inhalt des Buches sollen nur einige Zweistoffvorgänge angegeben werden, um eine Übersicht zu erhalten. Es werden die Verflüssigung von Gasen, Absorptionskältemaschinen, Dampf-Luft-Gemische, Verdampfung, Sublimation, Destillation, Rektifikation, Eindampfung von Salzlösungen u. a. behandelt. Eine beigefügte Aufgabensammlung mit 74 Aufgaben und Angabe der Lösungen gibt Übungsstoff für die Anwendung abgeleiteter Gleichungen und der beigefügten Tafeln.

Die Sondermappe enthält Wärmeinhalts-(Enthalpie-) und Entropietafeln folgender Zweistoffgemische: Feuchte Luft, Wasserdampf-Luft, Wasser-Ammoniak, Äthylalkohol-Wasser, Stickstoff-Wasser.

Eine genaue Nachprüfung der verschiedenen Kapitel konnte bei dem großen Umfang des Buches nicht erfolgen. Stichproben ergaben aber, daß die behandelten Prozesse klar und anschaulich dargestellt werden. Besonders erwähnt werden soll die ungemein große Arbeitsleistung des Verfassers, die für den Text und die Tafeln erforderlich war.

Das Buch kann ich allen Ingenieuren und Chemikern, die sich mit den wärmetechnischen Problemen von Zweistoffgemischen beschäftigen müssen, warm empfehlen.

O. Schöne.

342 : 621. 311

Energiewirtschaftsrecht. Energiewirtschaftsgesetz mit den Durchführungsbestimmungen, Nebengesetzen, Verordnungen, Erlassen. Erläutert von Dr. E. Eiser. Mit VIII u. 368 S. im Format 155 × 200 mm. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München u. Berlin 1937. Preis der Loseblattausgabe in Leinenordner 11 RM.

Am 16. 12. 1935 wurde das Energiewirtschaftsgesetz im Reichsgesetzblatt veröffentlicht. Bei der Bedeutung, die diesem Gesetz für die gesamte Volkswirtschaft zuzumessen ist, war anzunehmen, daß es, mit Kommentaren und Erläuterungen versehen, von verschiedenen Verfassern herausgegeben werden würde. Eine solche Erläuterung des Energiewirtschaftsgesetzes liegt auch hier vor, von einem Juristen geschrieben, der bei einem größeren Energieversorgungsunternehmen tätig ist. Von den übrigen bisher erschienenen Kommentaren unterscheidet sich dieses Werk sehr vorteilhaft dadurch, daß es 1.) in Loseblattform erschienen ist und man somit die Möglichkeit hat, Nachträge beizuheften und 2.) nicht nur das Energiewirtschaftsgesetz erläutert, sondern alle wichtigen jetzt noch gültigen Vorschriften und Gesetze, welche die Energiewirtschaft beeinflussen, bringt. Man findet hier also sowohl den Teil der Gemeindeordnung, der sich mit Regiebetrieben befaßt, ebenso erläutert wie das Gesetz betr. die Bestrafung der Entziehung elektrischer Arbeit und auch Musterbedingungen für Versorgungsunternehmungen. Die juristischen Erläuterungen der einzelnen Verordnungen sind — das muß besonders betont werden — auch für einen Techniker verständlich geschrieben, ebenso wie die technischen Erläuterungen infolge ihrer einfachen Darstellung jedem Juristen das Verständnis der Energiegesetze und Verordnungen erleichtern werden. W. Willing VDE.

620. 92

Gestaltungskräfte der Energiewirtschaft. Von Dr G. Hünecke. Mit 12 Abb., VII und 195 S. im Format 160 × 230 mm. Verlag F. Meiner, Leipzig 1937. Preis geh. 11,50 RM, geb. 13,50 RM.

Das Buch befaßt sich einleitend mit der Energieversorgung als Problem, um dann in zahlreichen guten Übersichten und Zahlentafeln die Standorte der hauptsächlichsten Energieträger, Kohle, Erdöle und Wasserkraft zu zeigen. Nachdem technische Erläuterungen über die Energieumwandlung gegeben werden, folgt der Hauptteil über Energieverteilung und -absatz. Das Schlußkapitel gibt über den Energieverbrauch Auskunft. Der Zielsetzung des Buches entsprechend werden die wirtschaftlichen und die technischen Gesichtspunkte, die die Energiewirtschaft geformt haben, den Lesern in klarer und eindrucksvoller Weise vor Augen geführt. Der Elektrotechniker wird nicht immer die Ansicht des Verfassers teilen, so soll z. B. S. 141/144 die Verbundwirtschaft die elektrische Energie nicht nur billiger machen, sondern sie soll auch durch diese Maßnahme sicherer zur Verfügung gestellt werden. In dem folgenden Abschnitt wird der Wettbewerb zwischen elektrischer Energie und Gas geschildert. Untersuchungen, die in jüngster Zeit durchgeführt wurden, haben die Furcht vor den Kochspitzen gemildert. Auch hier wird, wenn der Zeitpunkt gekommen ist, die Verbundwirtschaft zwischen Speicher-Wasserkraftwerk und Dampfkraftwerk Abhilfe schaffen, ohne zunächst besondere Investitionen für Ausbau der Elektrizitätswerke anzuwenden. Das Buch, dem am Schluß ein sehr wertvolles Schrifttum angegliedert ist, sollte jeder Ingenieur aufmerksam durchlesen, damit er seinen Blick über seinen engeren Arbeitskreis hinaus weitet. Da das Buch besondere technische und wirtschaftliche Kenntnisse nicht voraussetzt, ist es auch dem in der Energiewirtschaft tätigen Kaufmann sehr zu empfehlen. H. Hasse VDE.

621. 9

Hartmetallwerkzeuge. Wirkungsweise, Behandlung, Konstruktion und Anwendung. Von Dr.-Ing. C. Agte und Dr.-Ing. K. Becker. 2., neubearb. Aufl. Mit 144 Abb., 19 Tafeln u. 234 S. im Format A 5. Verlag Chemie G.mb.H., Berlin 1937. Preis geb. 18 RM.

Die Verfasser hatten sich bei der ersten Auflage des vorliegenden Buches bemüht, dem Bedürfnis nachzukommen, für

Digitized by Google

den Verbraucher von Hartmetallwerkzeugen in zusammenfassender Form Richtlinien über geeignete Anwendung der Werkzeuge zu geben bezw. Angaben über die Konstruktion und Wartung im Betrieb zu machen. Die eingehende Behandlung des Stoffes gibt aber auch denen, die die Hartmetalle noch nicht kennen oder ihrer hohen Preise wegen ablehnend gegenüberstehen, die Möglichkeit, sich über diesen Werkstoff und seine vorteilhafte Verwendung zu unterrichten.

Ausländische Hartmetalle werden nicht behandelt, weil diese den deutschen keineswegs überlegen sind. Die Einleitung und die ersten 6 Abschnitte behandeln den Werkstoffaufbau, das Löten sowie Befestigen der Hartmetallplättchen durch Anklemmen, Gesichtspunkte für die Werkzeugkonstruktion und Anwendungsmöglichkeit. Außerdem sind die Wirtschaftlichkeit und Leistung bei der Verwendung von Hartmetallwerkzeugen geschildert, die Zerspanungsvorgänge und die Kennzeichnung ihrer Güte durch Schneidversuche, die Schleif- und Läppbarkeit untersucht. Abschnitt 7 befaßt sich mit den spanabhebenden Werkzeugen für metallische und nichtmetallische Werkstoffe. Hier werden die Schneidwerkzeuge, wie Drehstähle, Bohrer, Senker, Reibahlen, Gewindewerkzeuge, Fräser und Kreissägen eingehend dargestellt. Tafeln über Schnittwinkel, Schnittgeschwindigkeiten und zahlreiche Abbildungen geben reichen Aufschluß. Werkzeuge für den Bergbau sind am Schluß besonders behandelt. Die Abschnitte 8 bis 11 zeigen weitere Anwendungsgebiete, wie z. B. für Düsen, Ziehwerkzeuge, Meßflächen an Meßwerkzeugen, Drehbank- und Härteprüferspitzen, Leitrollen usw. Denjenigen, die das technische Schrifttum über Hartmetalle eingehender durchforschen wollen, sind die Aufzeichnungen der darüber bestehenden Patente und Quellenangaben eine willkommene Beigabe dieses Buches. Für die 2. Auflage sei noch besonders erwähnt, daß außer den allgemein notwendig gewordenen Ergänzungen hauptsächlich die Kapitel über Sonderwerkzeuge vollkommen neu bearbeitet worden sind.

A. Krüger.

669. 1

Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute in Düsseldorf. 14. Aufl. Mit 135 Abb., 65 Zahlentafeln, X u. 591 S. im Format B 5. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf 1937. Preis geb. 15 RM.

Die längst erwartete 14. Auflage dieses Werkes liegt nunmehr vor. Da sich seit Erscheinen der letzten Auflage (1929) wesentliche Änderungen in der Eisenhüttenindustrie vollzogen haben, und zwar sowohl technischer als auch wirtschaftlicher Art, mußte die neue Auflage entsprechend umbearbeitet werden. Das gilt vor allem für die Abschnitte über die Erzaufbereitung, den elektrischen Ofen in der Roheisen- und Stahlerzeugung, über das Kokereiwesen, die Werkstoffprüfung, die Weiterverarbeitung von Stahl, das Gießereiwesen, wozu im wirtschaftlichen Teil neue Abschnitte über die wirtschaftliche und soziale Selbstverwaltung, den Sinn und den Inhalt der Gesetze der nationalen Arbeit, die Organisation der gewerblichen Wirtschaft usw. hinzugekommen sind. Aufschlußreich sind dann die Abschnitte über die Rohstofflage und Eisenwirtschaft in den verschiedenen Ländern, die Entwicklung und den Aufbau der deutschen Eisen- und Stahlindustrie, die Verbandsbildung, den Erz-, Schrott- und Eisenhandel. Die „Gemeinfaßliche Darstellung" weicht in ihrer neuen Auflage in keiner Weise von ihrem bisherigen Ruf ab: das Buch ist mustergültig und höchst lehrreich für den Eisenhüttenmann, dann aber auch für den Ingenieur einer jeden Fachrichtung, außerdem wird es dem Betriebskaufmann, Volkswirt und Studierenden ein wertvoller Wegweiser sein, zumal gut gewählte Bilder das Verständnis für zahlreiche Fragen erleichtern. Der Herausgeber verdient ein uneingeschränktes Lob für die große Mühewaltung und klare Bearbeitung der einschlägigen Fragen. An einem vollen Erfolg dieser neuen Auflage ist daher nicht zu zweifeln.

H. Kalpers VDE.

621. 39 : 623

Die Führungstruppe der Wehrmacht. Die Nachrichtentruppen in Krieg und Frieden. Herausg. von Hauptmann d. R. Hellmut Blume. Mit zahlr. Abb. u. 200 S. im Format 170 × 240 mm. Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Berlin, Leipzig 1937. Preis geh. 4,80 RM, geb. 5,80 RM.

Das Buch von Blume ist eine vortreffliche Darstellung der großen Bedeutung der Nachrichtentruppe bei jeder modernen Wehrmacht. In fesselnder Weise wird von namhaften Vertretern der Wehrmacht ein anschauliches Bild von der Tätigkeit der Truppe gegeben. Die Darstellung der Kriegserlebnisse wird bei vielen Frontkämpfern lebhafte Erinnerungen wecken und macht dem Leser die ungeheure Bedeutung klar, die auch die Tätigkeit des einfachen Soldaten der Nachrichtentruppe hat. Man sieht gewissermaßen den Fernsprecher, den Funker, den Telegraphisten bei seiner Arbeit. Die technische Darstellung der Geräte gehört nicht in den Rahmen dieses Buches. Da aber viele Ingenieure den Wunsch haben, bei einer technischen Truppe zu dienen, werden auch die Schilderungen vom Leben der heutigen Nachrichtentruppe in der Kaserne, bei der Übung und schließlich im Manöver viele interessierte Leser finden. Eine Reihe ausgezeichneter Bilder unterstützt den Text.

Dieses Buch wird jeder mit Eifer lesen und mit Befriedigung aus der Hand legen. Man kann ihm nur die weiteste Verbreitung wünschen.

F. Moench VDE.

EINGÄNGE.

[Ausführliche Besprechung vorbehalten.]

Bücher.

Industrielle Elektrowärme. Herausgegeben von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung. Teil II Grundfragen der Elektrowärmetechnik. Bearb. von Ing. K. Mertens. Mit 16 Abb. u. 62 S. im Format A 5. Droste Verlag u. Druckerei K.-G., Düsseldorf 1937. Teil III: Wo wird Elektrowärme mit Vorteil angewendet? Bearb. von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung, Berlin, und der Aktiengesellschaft Sächsische Werke, Dresden. Mit 27 Abb. u. 116 S. im Format A 5. Verlag: Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft AFE, Berlin W 35, 1937. Preis je Band kart. 1 RM.

[Dem bereits im Jahre 1936 erschienenen 1. Teil folgen ein 2. und 3. Teil, die in gleicher Weise wie Teil 1 allgemein verständlich gehalten sind und weite Kreise der Elektrizitätswerke, Elektroofenindustrie und Öffentlichkeit mit den Fragen der Elektrowärme vertraut machen sollen.]

Hydraulischer Brennkraft-Erzeuger, das Triebelement für Gasturbinen, Kohlenstaubturbinen, Schiffsrückstrommotoren und Ejektoren. Von Ing. E. E. J. Graichen. Mit zahlr. Abb. u. 37 S. im Format A 5. Selbstverlag des Verfassers, Berlin 1936.

[Graichen benutzt eine Wassersäule als Kolben für Explosionsstöße an Gasturbinen. Humphreys, Voigt mit Deutz, Stauber mit Voith-Heidenheim und andere haben bereits an der konstruktiven Verwirklichung ähnlicher Absichten gearbeitet, bislang ohne praktischen Erfolg. Graichen glaubt, daß seine auf langjährigen Versuchen beruhenden Versuchsausführungen auch praktisch einen wesentlichen technischen Fortschritt bringen. Das Buch beschreibt kurz die Wirkungsweise der Maschinen, gibt einiges über die Berechnung und enthält eine Reihe einfacher Skizzen.] V

Deutscher Reichsbahn-Kalender 1938. 12. Jg. Herausg. vom Pressedienst des Reichsverkehrsministeriums. Format 160 × 260 mm. Konkordia-Verlag R. Rudolph, Leipzig 1937. Preis 3,20 RM.

[Der 12. Jahrgang (1938) des Deutschen Reichsbahn-Kalenders steht unter dem Leitgedanken „Reichsbahn und Handwerk". Die enge Verbundenheit zwischen Reichsbahn und Handwerk dem selbständigen gewerblichen und dem industriellen Handwerk, wird in zahlreichen, vorzüglichen Bildern gezeigt. Wie immer macht der Benutzer des Kalenders auch in diesem Jahr mit der Reichsbahn eine Bilderreise durch ihren Betrieb und durch deutsche Lande.]

Doktordissertation.

Paul Bachert, Über das innere magnetische Feld stromdurchflossener Querschnitte und seinen Einfluß auf die elektromagnetischen Kräfte in flüssigen Leitern mit besonderer Berücksichtigung des Wirbelkraft-Effektes in Induktions-Öfen. T. H. Darmstadt 1937.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

Ing. E. Schiemann, Mannheim, Moselstr. 2.
Oberregierungsrat Dr. Alfred Schulze, Berlin W 50, Prager Str. 2.
Prof. Dr. E. Lübcke, Berlin-Neu-Westend, Westendallee 92 d.
Dipl.-Ing. G. August, Berlin-Halensee, Eisenzahnstr. 20.

Abschluß des Heftes: 22. Dezember 1937.

Wissenschaftliche Leitung: Harald Müller VDE
G. H. Winkler VDE und H. Hasse VDE
Stellvertretung: G. H. Winkler VDE

Zuschriften sind nicht an eine persönliche Anschrift zu richten, sondern nur an die Wissenschaftliche Leitung der ETZ, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, VDE-Haus, Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und nur mit Genehmigung des Verfassers und der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ gestattet

Digitized by Google

Das hochempfindliche Lichtrelais RPU.

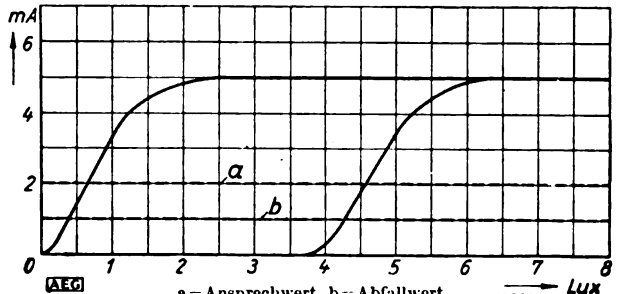
Mitteilung der AEG.

Die mittlere Stromempfindlichkeit einer Cäsium-Fotozelle, die für Steuerzwecke verwendet wird, beträgt 60 μA/lm. Bei einer lichtempfindlichen Fläche der Fotozelle von 5 cm² entspricht dies einer Empfindlichkeit von 0,03 μA/lx. Aendert sich die auf eine derartige Fotozelle auftreffende Helligkeit z. B. um 1 lx, so ergibt sich eine Stromänderung von $1 \cdot 0{,}03\ \mu A = 3 \cdot 10^{-8}$ A. Durch diese Stromänderung wird an dem mit der Fotozelle in Reihe geschalteten Widerstand von 10 MΩ ein Spannungsabfall von $3 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot 10^{6} = 0{,}3$ V hervorgerufen. Bei einem Gitterspannungsbereich der Verstärkerröhre von 60 V entspricht das einer Spannungsänderung von 0,5 %.

Abb. 1. Hochempfindliches Lichtrelais (Fotozellengerät).

Wenn man davon absieht, daß sich bei einer Spannungsänderung die Kennlinie und damit die Empfindlichkeit der Fotozelle verändert, so würden Spannungsschwankungen von 0,5% und darüber in dem oben angenommenen Falle das Gerät allein schon durch Aenderung der Gitterspannung zum Ansprechen bringen. Wenn also von einem Fotozellengerät eine Ansprechempfindlichkeit in der Größenordnung von 1 lx gefordert wird, so muß jede Aenderung der für den Betrieb des Fotozellen- und Verstärkerkreis verwendeten Spannung über 0,2 % hinaus vermieden werden. Dies kann einmal durch Batteriespeisung erreicht werden. Diese Lösung ist zwar für empfindliche Messungen und Steuerungen geeignet; sie bedarf aber wegen der nicht zu umgehenden Entladungserscheinung von Zeit zu Zeit einer Nacheichung. Die zweite Lösung stellen Glimmstrecken-Spannungsteiler dar, die zwischen Stromquelle und Verbraucher geschaltet werden und Spannungen liefern, die bei Netzschwankungen von $\pm$ 10 % bis auf $\pm$ 0,1 bis 0,2 % konstant sind.

Ein Fotozellengerät für Messungen kleinster Helligkeiten und Helligkeitsunterschiede muß also mit einer Einrichtung versehen sein, welche die Betriebspannung auf stets gleicher Höhe hält. Das hochempfindliche AEG-Lichtrelais (Abb. 1) hat daher neben einem Gleichrichter mit Glättungskreis einen Glimmstrecken-Spannungsteiler als Stabilisator.



a = Ansprechwert, b = Abfallwert.
Abb. 2. Arbeitskennlinien des Lichtrelais.

Jede Belichtung der lichtempfindlichen Schicht ruft unter dem Einfluß der angelegten Saugspannung einen Fotozellenstrom hervor und hat damit auch einen Anodenstrom der angekoppelten Verstärkerröhre zur Folge. Die Größe dieser Ströme entspricht der Intensität der Belichtung. Das im Anodenkreis der Verstärkerröhre liegende Relais soll nun aber nicht auf irgendeinen beliebigen Wert der „Vor"-Belichtung, sondern auf die durch den Arbeitsvorgang bestimmte Helligkeitsschwankung ansprechen. Es muß daher dem Fotozellenkreis eine Vorspannung zugeführt werden, welche die Vorbelichtung aufhebt.

Die Arbeitskennlinie des Relais wird durch diese Maßnahme so verschoben, daß bei Aenderung der Gesamthelligkeit um die Ansprechhelligkeit der Ansprech- und Abfallwert des Feinrelais (Abb. 2, Ordinaten a und b) überschritten wird. Soll z. B. das Feinrelais bei Aenderung der Helligkeit von 4 auf 5 lx ansprechen, so muß das Lichtrelais auf die durch die rechte Kurve in Abb. 2 dargestellte Kennlinie eingestellt werden. Das Einstellen erfolgt mit einem kleinen Spannungsteiler, über den dem Gitter der Verstärkerröhre eine beliebig hohe negative Vorspannung aufgedrückt werden kann.

Die Fotozelle ist an die Verstärkerröhre derart angekoppelt, daß mit steigender Belichtung auch der Anodenstrom wächst (Arbeitstromschaltung). Da das in das Gerät eingebaute Feinrelais einen Umschaltkontakt hat, so kann bei Belichtung entweder ein Arbeitskontakt geschlossen oder ein Ruhekontakt geöffnet werden.

Der Fotozellen- und Verstärkerkreis sowie der Netzanschlußteil sind in zwei getrennte Gehäuse eingebaut. Das eigentliche Fotozellengerät beansprucht dadurch nur wenig Raum; es läßt sich leicht an der Stelle unterbringen, an der die Helligkeitsschwankungen auftreten. Das Netzanschlußgerät (Abb. 3) mit dem Gleichrichter und der Stabilisierungseinrichtung kann in beliebiger Entfernung aufgestellt werden. Infolge der großen Beweglichkeit des Fotozellengerätes ist seine Anwendung auch möglich, wenn das Gerät nachträglich an vorhandene Maschinen angebaut werden soll. Aus der Fülle der Anwendungsmöglichkeiten des AEG-Lichtrelais RPU seien nur einige genannt: als hochempfindliches Steuergerät für Verpackungsmaschinen, bei denen durch leichte Farbaufdrucke auf Cellophanstreifen das Lichtrelais ausgelöst wird; zur Anzeige von Rauchspuren, für Raumschutzanlagen mit unsichtbaren Strahlen, für Walzwerksteuerungen, für Zeitmeßeinrichtungen, Zeitstudien und vieles andere mehr. Das hochempfindliche Lichtrelais kann auch als Meßgerät für Helligkeiten dienen. Es mißt Strahlungen jeder Art, auch ultraviolette und infrarote Strahlen, Temperaturen glühender Körper bei gegebenem Abstand zur Fotozelle, Schwärzungen an Platten und Filmen, Dicken von Drähten und Fäden, Flächen, Schwingungen usw.

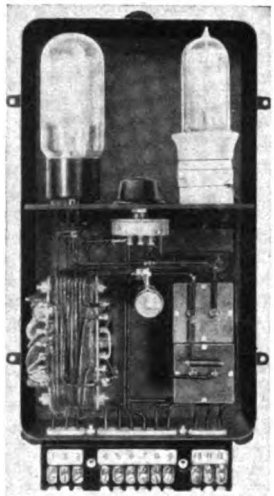


Abb. 3. Netzanschlußgerät.

Die wichtigsten technischen Werte des daher auch als Universal-Fotozellengerätes bezeichneten Lichtrelais RPU sind:

Nennspannung	110 oder 220 V
Leistungsaufnahme	etwa 50 VA
Abschaltleistung des Feinrelais	50 VA bei 220 V~
Mindestansprechhelligkeit	1 lx
Abmessungen des Fotozellengerätes (ohne Tubus)	$290 \times 155 \times 120$ mm³
Abmessungen des Netzanschlußgerätes	$185 \times 380 \times 165$ mm³
Nettogewicht	insgesamt etwa 9 kg

Die verwendeten Cäsium-Kugelfotozellen haben eine lichtempfindliche Schicht von etwa 10 cm² Oberfläche. Für Meßzwecke werden Vakuumzellen, für Steuerungen gasgefüllte Zellen angewendet.

Digitized by Google

Stellengesuche

Strebs. Elektro-Ing., 28 Jahre, in Angebotsabt. für Schaltanlagen aller Art, Steuerungen, Einzelapparate und sonstige Industrieprojekte größerer Spezialfirma Südwestdeutschlands, sucht Veränderung auf ähnlichem oder gleichem Gebiet. Angebot erbeten an **H. Schütz, Frankfurt a. M.,** Ingolstädter Str. 25 II [8998]

Elektro-Ingenieur

46 Jahre, m. langjähr. In- u. Auslandspraxis in Betrieb, Kalkulation, Montage u. Labor. a. d. Gebiete des Apparatebaues u. der Fernmeldetechnik (Fernsprechanl., Kommandoanl. f. Schiffe, Kondensatorenbau, Bakelitpresserei usw.), z. Z. in ungekünd. leit. Stellung, sucht sich zum I. 10. 1937 oder später zu verändern. Gefl. Zuschriften erbeten an **Richard Kelch, Kiel, Kronshagener Weg 31** [9914]

Elektro-Ing. 31 J., ledig, Pg., HTL Berlin, 8 Jahre Praxis in der Fernmelde- und Hochfrequenztechnik, Vertrieb, Prüffeld, Konstr.-Büro, z. Zt. in ungekündigt. Stellung bei nordd. Reichsbehörde (Freigabeschein), sucht wieder Wirkungskreis in Berlin. Mögl. Projekt.- Vertrieb oder Montage. Auch engl. u. franz. Sprachkenntn., Führerschein. Angebote an **H. Ziegler,** Kiel, Fleethörn 35 b. Niemann. [9904]

ELEKTROMEISTER 27J., led., firm in Licht-, Kraft- u. Schwachstromanlagen, Kenntnisse in Radiotechnik, ehemals bauleitender Monteur von Großfirma, sucht nach beendetem Besuch **staatlicher Fachschule** passenden Wirkungskreis. Bevorzugt Großindustrie, Elektr.-Werk (Projektierung, Bauleitung, Abnahme, Überwachung). Führerschein Kl. III vorhanden. **Erwin Schneider,** Stuttgart-S, Ritterstr. 5 [9906]

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die

ETZ

Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Wir suchen für unsere **Generalvertretung Saarbrücken** einen erfahrenen

ersten Akquisitions-Ingenieur

zur Werbung von Aufträgen für elektrische Maschinen und Apparate, für Transformatoren und Anlagen.

Herren, die das Saargebiet kennen und in gleicher Stellung mit nachweisbarem Erfolg tätig waren, werden bevorzugt.

Schriftliche Bewerbungen mit Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten an [9913]

Sachsenwerk
Licht- und Kraft-Aktiengesellschaft
Niedersedlitz-Sachsen

Jüngerer Dipl.-Ing. oder Physiker

für Entwicklungsarbeiten im Verstärkerlaboratorium wird gesucht. Angebote mit Lichtbild, Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Gehaltsanspruch und Angabe des frühesten Eintrittstermins sind zu richten an **TEKADE A.-G., Nürnberg 2,** Schließf. 98. [9905]

Für unser Berliner und Fürstenwalder Werk suchen wir

Konstrukteure und Zeichner

für elektrische Apparate, für Gas- und Kleinapparate sowie Maschinenbau.

Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Lichtbild, Referenzen, Gehaltsansprüchen und Angabe des frühesten Eintrittstermins erbeten an

JULIUS PINTSCH Kom.-Ges.
Berlin O 27 Personalabteilung

Wir suchen zum baldmöglichsten Eintritt für unsere Elektrizitätsverteilungs-Anlagen einen

erfahrenen Elektro-Meister

Dieser hat unter Aufsicht des Leiters der Betriebswerke die Transformatorenstationen, das Niederspannungsfreileitungs- und Kabelnetz in der Stadt Mölln, die Hausanschlüsse, Zähler und Installationen zu überwachen und für ihre ordnungsgemäße Instandhaltung zu sorgen. Verlangt wird mehrjährige Praxis in der Installation elektrischer Hoch- und Niederspannungsanlagen, im Zählerbau oder Prüfwesen sowie im Netzaußendienst von Elektrizitätswerken.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften unter Angabe des frühesten Eintrittstermines und der Gehaltsansprüche sind zu richten an die [9909]

Städtischen Betriebswerke Mölln i. Lauenburg

Techniker oder Ingenieur gesucht

für Prüffeld, Karteiführung und als Assistent des Betriebsleiters. Sauberes Zeichnen und Konstruktionserfahrung erwünscht. [8999]

Glaser, von Praun, Elektromotorenwerk
Osthofen (Rheinhessen)

ELEKTRO-INGENIEUR

mit den VDE-Vorschriften eingehend vertraut, zur Abnahme landwirtschaftl. Anlagen von Überlandzentrale für möglichst sofortigen Eintritt gesucht.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild sowie Angabe von Empfehlungen, Gehaltsansprüchen und des frühesten Eintrittstermins an

Kraftwerk Thüringen Aktiengesellschaft
Gispersleben-Erfurt [8992]

Für unser Werk in Ketschendorf bei Fürstenwalde (Spree) suchen wir einen

jungen Techniker

mit Fachschulvorbildung auf dem Gebiete der Elektrotechnik. Bewerbungen mit Aufzeichnungen über Lebenslauf sind zu richten an [8990]

Deutsche Kabelwerke Aktiengesellschaft
Abteilung Sekretariat **Berlin O 112.**

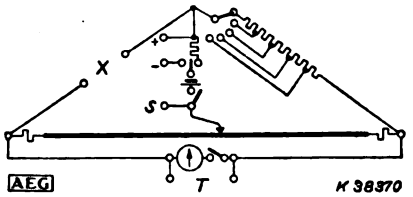
Fortsetzung auf Seite 16.

Digitized by Google

Kleinmeßbrücke für feste und flüssige Widerstände.

Mitteilung der AEG.

In einer großen Anzahl von Betrieben mit elektrischen Einrichtungen, in Fabriken für elektrotechnische Erzeugnisse und in Ausbesserungswerkstätten werden täglich Widerstände gemessen. Da diese Widerstände



× = Unbekannter Widerstand, ± und S = Anschluß des Summers,
± = Anschluß der äußeren Spannungsquellen, T = Telefon.

Abb. 1. Schaltung der Kleinmeßbrücke.

möglichst genau ermittelt werden sollen und außerdem ihre Größenordnung stark schwankt, kommt als Meßverfahren für ein Gebrauchsgerät nur die Wheatstonesche Brückenschaltung in Betracht.

Solche Meßbrücken für den praktischen Gebrauch befinden sich in verschiedenen Formen auf dem Markt. Eine besonders handliche Ausführung — die auch wegen des Preises und des gediegenen Aufbaues Beachtung verdient — ist die neue Kleinmeßbrücke der AEG (Abb. 1 und 2).

Das Gerät arbeitet mit einer eingebauten handelsüblichen Taschenlampenbatterie, die in einfacher Weise ohne Werkzeug ausgewechselt werden kann. Ein ebenfalls eingebauter Schutzwiderstand verhindert die Zerstörung des Schleifdrahtes bei Klemmenkurzschluß. Der Meßbereich von 0,05 ··· 50 000 Ω ist in fünf sich weit überdeckende Stufen unterteilt, die durch einen Drehumschalter gewählt werden können.

Bei der Messung fester Widerstände mit Gleichstrom dient ein empfindliches Drehspulgalvanometer als Nullinstrument. Bei der Messung flüssiger Widerstände wird

Abb. 2. Kleinmeßbrücke.

mit Rücksicht auf Polarisationserscheinungen der Meßstrom durch einen ansteckbaren Summer in Wechselstrom verwandelt und die Nullabstimmung der Meßbrücke mit einem Telefon ermittelt.

Die Meßgenauigkeit ist infolge der gleichbleibenden Meßspannung von 4,5 V und dem Wesen der Brückenschaltung entsprechend in den einzelnen Meßstufen verschieden. Sie beträgt im Mittel:

Meßstufe	Meßbereich Ω	Genauigkeit %
1	0,05 ··· 5	± 2
2	0,5 ··· 50	± 0,5
3	5 ··· 500	± 0,5
4	50 ··· 5000	± 0,5
5	500 ··· 50000	± 5

Ein besonderer Vorteil der AEG-Kleinmeßbrücke liegt darin, daß die Messung in dem größten Meßbereich von 500 ··· 50000 Ω ohne weiteres mit einer höheren, äußeren Meßspannung, d. h. auch mit einer höheren

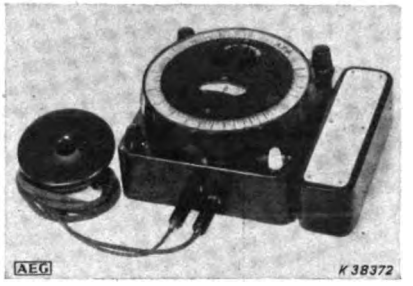


Abb. 3. Kleinmeßbrücke mit Summer und Telefon.

Meßgenauigkeit, durchgeführt werden kann. Hierbei geht man zweckmäßig so vor, daß erst mit Hilfe der kleinen Meßspannung der eingebauten Batterie angenähert abgeglichen wird und dann — wenn mit der kleinen Meßspannung der Prüfling auf einen unvermuteten Kurzschluß untersucht wurde und durch den Vorabgleich eine Beschädigung des empfindlichen Nullinstrumentes unmöglich ist — durch einen kleinen Drehumschalter die vorher schon mit der Brücke verbundene, höhere Meßspannung angelegt wird.

Um bei den kleinen Abmessungen ($110 \times 115 \times 60$ mm³) der AEG-Meßbrücke auf eine möglichst große Schleifdrahtlänge und große Ableseskala zu kommen, sind das Nullgalvanometer und der Meßbereichwähler innerhalb des Schleifdrahtbogens untergebracht. Die Länge des Schleifdrahtes beträgt 250 mm; die Größe der Skala 200 mm.

Bei der Messung fester Widerstände ist, mit Ausnahme des erwähnten Falles der Meßgenauigkeitssteigerung durch eine äußere Batterie, für die Kleinmeßbrücke keinerlei getrenntes Zubehör erforderlich. Bei der Messung flüssiger Widerstände wird ein Summer und ein Telefon mittels der hierfür vorgesehenen Buchsen angesteckt (Abb. 3).

Zum Befördern sind feste Ledertaschen vorgesehen, die in zwei Ausführungen — einmal für die Meßbrücke allein und das andere Mal für die Brücke nebst Summer und Telefon — zur Verfügung stehen.

Digitized by Google

Stellengesuche

Ingenieur-Konstrukteur
(Schweizer)

mit langjährigen Erfahrungen im Elektro-Großmaschinenbau (Trafo-Generatoren, Wasserkraftgroßgeneratoren, Kompensatoren, Großwalzwerkmotoren, Fördermotoren) sowie im allgemeinen Maschinenbau, in ersten Fabriken Europas tätig gewesen, zur Zeit im Ausland tätig, sucht sich nach Übersee zu verändern. Naturalisation. Gewünscht wird **selbständige Stellung**, technische Leitung einer Fabrik, Führung der konstruktiven Abteilung einer Schule oder Elektrifizierung eines Landes; es kommt nur langjähriges Engagement in Frage. **Bahnbrechende Neuerungen** auf allen Gebieten des Elektro-Großmaschinenbaues, des mehrdimensionalen Gebläses und Pumpenbaues sowie des mehrdimensionalen Werkzeugmaschinenbaues können entwickelt und eingeführt werden. Ohne **Mitbeteiligung** an den neu einzuführenden Patenten Bewerbung unnütz. Sprachkenntnisse: Deutsch, Französisch, teilweise Englisch und Italienisch. Eintritt in drei Monaten. Offerten unter **E. 9934** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Kaufmann 29 Jahre, arisch, mit Hochschulbildung, Elektrofachmann, Spezialist für Ueberland- und Elektrizitäts-Werke, gediegene Ausbildung in allen kaufm. Abteilungen, besonders Bau- und Inst.-Abrechnung und Einkauf. Bester Organisator, flotter Korrespond., an energ. u. selbständ. Arbeiten gewöhnt, in ungek. Stellung. Sucht sich zum 1. Sept. 1937 od. später in ausbauf. od. gehob. Stellung zu veränd. Ia Referenzen u. beste Zeugnisse stehen zur Verfügung. Gr. Ueberland- od. Elektr.-Werk bevorzugt. Angeb. erb. unt. **E. 9943** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Elektro-Ingenieur

28 Jahre, Arier, z. Zt. in der Starkstrombranche ungekündigt tätig, wünscht sich zu verändern, und zwar nach **Münster i. Westf.** oder nächster Umgebung, erfahren in Rechnung, Konstruktion, Kalkulation, Projektierung u. Bearbeitung von Offerten.

Ang. erbeten an **E. DILLMANN, Laer**, Bez. Münster Pol.

Elektro-Ingenieur

Reichsd., 37 Jahre, arisch, erfahren in Projektierung und Überwachung von Fabrikanlagen und komm. Betrieb, 3 Jahre in Übersee, sucht Stellung.

Wilhelm Fischer, Dresden-N 23, Kanonenstr. 33 [9932]

Sudetendeutscher

bittet um **Anfangsposten.**

Derselbe hat sechs Semester Elektrotechnikum von Dr. W. Biscan, Teplitz-Schönau. Zuschrift. an **Hans Brückner, Turn-Teplitz, C. S. R.,** Stellenmacherstr. 2. [9923]

ETZ-ANZEIGEN
verbürgen großen Erfolg

Stellenangebote

Zeichnerisch begabter

jüng. Techniker

gesucht.

Bewerbung mit Lichtbild, Zeugnisabschriften u. kurzem selbstgeschr. Lebenslauf ist einzureichen an [9922]

Landelektrizität G.m.b.H.
Überlandwerk Weferlingen
Weferlingen Prov. Sachsen

Wir suchen zum möglichst baldigen Eintritt für unser Konstruktionsbüro einen

jungen Techniker oder Zeichner

der bereits auf dem Gebiete des elektrotechnischen Installationsmaterials tätig war.

Angebote mit Angabe der bisherigen Tätigkeit, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten an [9920]

Busch-Jaeger-Lüdenscheider Metallwerke AG.

Wir suchen einen

Prüffeld-Ingenieur od. Meßtechniker

für unser Schwachstrom-Prüffeld

Bewerber, die den Nachweis praktisch ausgeführter Tätigkeit erbringen können, richten ihren selbstgeschriebenen Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüche, sowie Angabe des frühesten Eintrittstermins an die [9918]

Süddeutschen Kabelwerke, Mannheim

Bei unserem künftigen Elektrischen Prüfamt ist die Stelle eines [9947]

Meisters

zu besetzen. Voraussetzung ist: Lehrzeit als Mechaniker, Meisterprüfung und Erfahrung im Zählerbau. Dem Gesuch ist beizufügen: ein Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angaben über das Verhältnis zur NSDAP. und ihren Gliederungen, Versicherung der arischen Abstammung — bei Verheirateten auch für die Ehefrau —, Gehaltsansprüche und Eintrittstermin. **Werke der Stadt Halle**, Aktiengesellschaft.

Digitized by Google

Zentralsteuerung in Getreidespeichern und anderen Industrieanlagen.

Mitteilung der AEG.

Die Versuche, durch Ansammlung von Kornfrüchten schlechte und gute Ernten sowie Marktveränderungen auszugleichen, haben dazu geführt, die Speichereinrichtungen mehr und mehr zu vervollkommnen. Mit der Lagerung soll nicht allein eine Erhaltung, sondern nach Möglichkeit eine Verbesserung der Korngüte erzielt werden. Daher sind neuzeitliche Getreidespeicher mit maschinellen Einrichtungen zum Trocknen, Belüften, Reinigen, Begasen usw. ausgerüstet; auch die elektrische Ausrüstung nimmt heute einen erheblichen Raum ein.

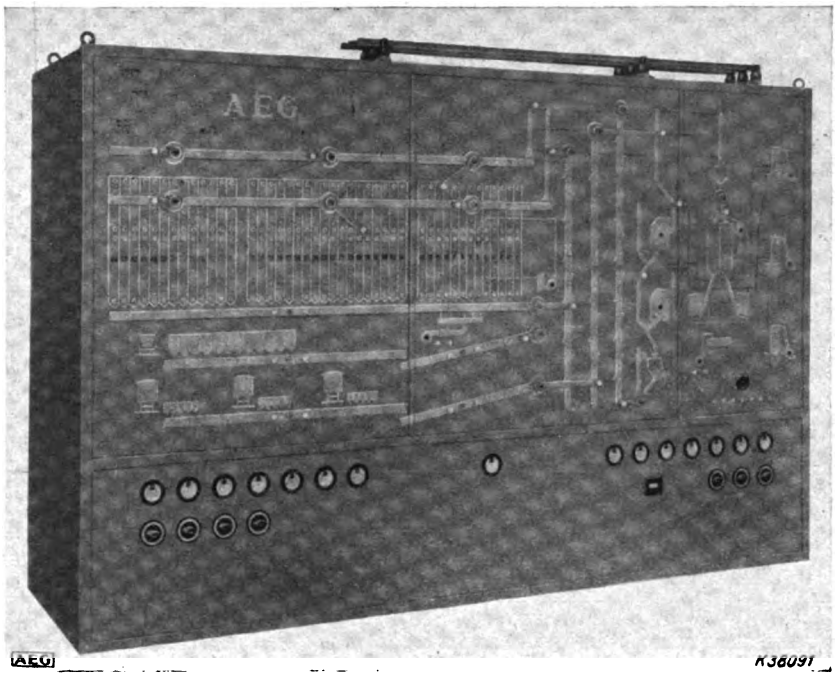
Allgemein hat sich in Speicheranlagen der Einzelantrieb sowohl für die Fördereinrichtungen, wie Bandförderer, Elevatoren, Trogkettenförderer usw., als auch für die Arbeitsmaschinen, wie Lüfter, Mischmaschinen, Siebe u. a. durchgesetzt. Die Motoren sind entweder unmittelbar mit dem Antrieb gekuppelt oder als Getriebemotoren ausgeführt.

Der zunehmenden Anzahl von Motoren steht eine entsprechende Steigerung der Schalterzahl gegenüber. Da die Antriebe in einem technologischen Zusammenhang stehen, der durch den Fluß der Kornfrüchte innerhalb des Speichers gegeben ist, so ist die Frage der Steuerung dieser vielen Schaltereinheiten von Wichtigkeit geworden. Zunächst hat man sich mit der Einzelsteuerung begnügt, bei der die Schaltstellen neben jedem Motor angeordnet wurden. Die Weitläufigkeit der Anlagen hat bald dazu geführt, mehrere Schaltereinheiten an einem Punkt zu Gruppensteuerungen zu vereinigen. Die letzte Entwicklung geht dahin, die ganze Anlage in Zentralsteuerung zu betreiben, da der Zusammenhang zwischen den Antrieben sehr eng ist. In anderen Industrieanlagen, wie Brikettfabriken, Kohlenwäschen, Kohlenförderanlagen, Erzaufbereitungsanlagen, wird es erwünscht sein, neben einer Hauptsteuerstelle einige Unterverteilungen zu schaffen.

Als geeignete Einrichtung hat sich das AEG-Bandschaltbild erwiesen, bei dem die Betätigungs- und Ueberwachungseinrichtungen, wie Druckknöpfe, Meldelampen, Entriegelungsschalter, gegebenenfalls auch Meßgeräte, Zähleinrichtungen und andere Meldeanlagen, so vereinigt sind, daß sie nicht nur die Steuerung einer Vielzahl von Antrieben ermöglichen, sondern auch eine dauernde Uebersicht über den Betriebszustand der Anlage geben. In vielen Fällen ist es zweckmäßig, auch die Schaltgeräte in gleicher Weise zentral zusammenzufassen. Hierbei spielt jedoch die Frage der örtlichen Entfernung und die Zahl der Steuer- und Kraftleitungen eine Rolle. Zentralsteuerungen in Form von AEG-Bandschaltbildern sind bereits bei einer großen Zahl von Anlagen ausgeführt worden; sie haben sich im Betrieb vorzüglich bewährt. Die einfache Ausführung der Schaltung ist ein besonderer Vorzug.

Die Bandschaltbilder dienen dazu, die Schaltreihenfolge der Antriebe beim Ein- und Ausschalten festzulegen, die Zuförderung abzustellen, wenn ein Antrieb ausfällt, die Störungsstelle anzuzeigen, durch Meldelampen den Ein- oder Ausschaltzustand der Antriebe zu kennzeichnen; sie ermöglichen die örtliche Einzelschaltung durch Entriegelung des Antriebes für Ueberholungszwecke im Sonntagsbetrieb und geben Signale in die Anlage, wie z. B. ein Hupensignal vor dem Anfahren.

Das in der Abbildung gezeigte Bandschaltbild ist für eine Anlage mit insgesamt 23 Antrieben bestimmt und gestattet, 147 verschiedene Schaltwege herzustellen. Außer den Betätigungselementen und Meldelampen für die Antriebe werden auch die Klappen und Schieber zwischen den Antrieben, z. B. vom Elevator auf die Bandförderer, in die Verriegelung mit einbezogen und im Bandschaltbild angezeigt. Außerdem sind Betätigungsschalter für einige durch Motor ferngesteuerte Klappen in der Schaltfront eingebaut. Zur Ueberwachung der Belastung sind die größeren Motoren mit Strommessern ausgerüstet, die ebenfalls in dem Bandschaltbild Platz gefunden haben. Die Temperaturüberwachung durch elektrische Meßgeräte hat sich in Speicheranlagen gut bewährt; auch die Meßgeräte für die Temperaturfernmeldung werden häufig in das Bandschaltbild eingebaut, um die Uebersicht zu erhöhen.



Bandschaltbild für die Schaltung von 23 Antrieben in einem Zellenspeicher mit 44 Zellen, 4000 t Fassungsvermögen.

Das Bandschaltbild wird im allgemeinen in dem Lagermeisterraum aufgestellt. Es empfiehlt sich, die Vorderwand des Bandschaltbildes durch eine Wand bis zur Decke hochzuziehen, so daß hinter dem Bandschaltbild ein abgeschlossener Betriebsraum entsteht. Auf diese Weise wird für die Schaltgeräte und Betätigungsschalter auf der Rückseite des Bandschaltbildes ein Staubschutz geschaffen. Der Betriebsraum wird nur von dem Elektriker begangen, dem eine gute Uebersicht über die gesamte Schaltanlage bei guter Zugänglichkeit zu allen Kontaktteilen, die zu beobachten sind, ermöglicht ist. Diese Bauweise hat sich gut bewährt.

Da die Zahl der Einzelantriebe in allen industriellen Anlagen zugenommen hat, so ist zu erwarten, daß die Bandschaltbilder auch in anderen Industrien, wie der chemischen Industrie, Zementindustrie, Zuckerindustrie, im Kali-Bergbau, in Förderanlagen für Kohle, Erz usw. zunehmend Eingang finden.

Digitized by Google

Stellengesuche

Elektroingenieur

Schweizer, Diplom E.T.H., 35 J., mit mehrj. Erfahr. im Bau u. Betrieb v. Zentral. u. Schaltanlagen, sucht entspr. Wirkungsfeld, evtl. Übersee. Spricht Deutsch, Franz. u. etwas Engl. u. Spanisch. Off. unt. Z.O.3776 beförd. Rudolf Mosse A.-G., Zürich. [9960]

ELEKTRO-INGENIEUR

46 J., verhandlungsgewandt, firm in Projektierung, Bau od. Betrieb von Eltwerken od. Schaltanlagen, auch Prüffeld, sucht Stellung. Angebote erbittet Walter Hayn, Berlin-Niederschönhausen, Charlottenstraße 1. [9969]

Elektro-Maschinenbaumeister

28 Jahre, 2 Semester höhere staatl. Fachschule, 12 Jahre praktisch tätig im Elektro-Maschinen- und Transformatorenbau (auch Meßwandler) sowie im Laboratorium, mit Kenntnissen in der Radiotechnik und Kraftanlagen, sucht Stellung als Werkmeister, auch für Montage elektr. Apparate. [9957]

Angebote an Friedrich Spreier, Hühnerfeld/Saar, Grühlingstr. 101

Stellenangebote

AEG

sucht zum sofortigen Eintritt

Konstrukteure

a) für Stark- und Schwachstromkabel-Garnituren
Kennwort K 14

b) für Schwachstromapparaturen, möglichst mit mehrjähriger Praxis, evtl. auch Anfänger, die Interesse für Arbeiten auf dem Schwachstromgebiet zeigen
Kennwort K 15

Werkzeugkonstrukteure

für Vorrichtungen und Gesenke
Kennwort K 16

Diplom-Ingenieure

für Fernmeldetechnik zur Bearbeitung von Angeboten über Fernmeldekabel und vollständige Anlagen
Kennwort K 17

technische Preisrechner (Vorkalkulatoren)

für Apparate und Geräte der Fernmeldetechnik, vorzugsweise der Hochfrequenztechnik
Kennwort K 18

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an [9976]

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft
Personal-Verwaltung Berlin NW 40

SIEMENS

Wir suchen zu baldigem Eintritt:

1. **Physiker** mit Kenntnissen in der Hochfrequenztechnik für das Laboratorium unserer Porzellanfabrik in Neuhaus. Bevorzugt werden Herren, die bereits über einige Erfahrungen auf diesem Arbeitsgebiete verfügen.
Kennwort „PN 264"

2. **Selbständigen Konstrukteur** für Elektrowerkzeuge. Bewerb. mit Erfahrung im Getriebebau werden bevorzugt. Kennwort „EW 265"

3. **Techniker** für Kabel- u. Pupinprüffelder, möglichst mit Erfahrungen auf meßtechnischem Gebiete.
Kennwort „KW 266"

4. **Diplomingenieure** zur Bearbeitung v. Angeboten und Ausführung elektrischer Primär-, Schalt- und Hilfsmaschinenanlagen an Bord von Schiffen.
Kennwort „AJ 268"

5. **Ingenieure** mit abgeschlossen. Fachschulausbildung zur Bearbeitung von Angeboten und für die Ausführung elektrischer Hilfsmaschinenantriebe sowie von Angeboten und Bestellungen auf Schalt- und Installationsmaterial für Schiffe.
Kennwort „AJ 269"

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages erbeten unter dem jeweiligen Kennwort an die [9971]

Siemens-Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

Diplom-Ingenieur

Schiffs-Elektrotechniker mit möglichst vielseitiger mehrjähriger praktischer Erfahrung auf dem Gebiete der Starkstromtechnik für Entwicklungsarbeiten gesucht.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe der Gehaltsansprüche sind zu richten an das [9928]

Oberkommando der Kriegsmarine
(Marinekonstruktionsamt) Berlin W 35, Tirpitz-Ufer 72/76

TELEFUNKEN

Wir suchen:

INGENIEURE und TECHNIKER

mit Erfahrungen in der Herstellung von Funkgeräten zur Auftragsbearbeitung und Fabrikationsüberwachung.

Ausführliche Bewerbungen sind zu richten an

TELEFUNKEN
Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H.
Berlin SW 11, Hallesches Ufer 30. [9968]

Digitized by Google

Die Leistungs-Fernreglung der Antriebsmaschinen von Wechsel- und Drehstromerzeugern.

Mitteilung der AEG.

Für die Leistungsreglung der Antriebsmaschinen von Stromerzeugern sind im wesentlichen zwei von der jeweiligen Betriebsart abhängige Gesichtspunkte maßgebend: Bei Parallelbetrieb von Netzen ergeben tarifliche Vereinbarungen oft die Notwendigkeit einer gleichbleibenden oder fahrplanmäßig veränderlichen Uebergabeleistung; hierbei ist eine Maschine oder eine Gruppe von Maschinen im Sinne dieser Forderung zu regeln, wobei ein Fahrplangerät selbsttätig für die

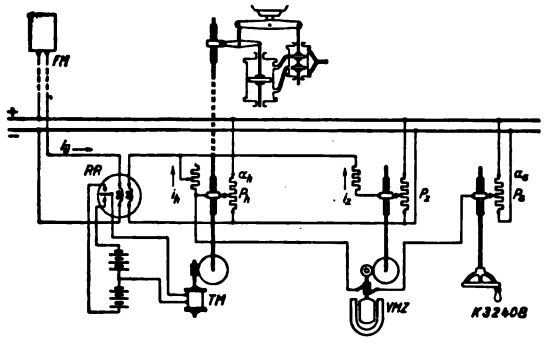


Abb. 1. Leistungsreglung für kurzzeitige Lastschwankungen.

Einstellung des Sollwertes der Uebergabeleistung sorgen kann (DRP). Bei Netzen, die stark schwankende Leistungsabnehmer, wie Bahnen, Industriebetriebe usw. speisen, erweist es sich zur guten Frequenzhaltung als zweckmäßig, diese Leistungen bestimmten Energieerzeugern aufzuzwingen und so die frequenzführende Maschine zu entlasten. Bei dieser sogenannten Laststoßreglung fährt also die geregelte Maschine eine Leistungskurve, die dem Energiefluß an der den Abnehmern zugeordneten Uebergabestelle entspricht. In den meisten Fällen liegt sowohl bei der Uebergabeleistungs- wie auch bei der Laststoßreglung die Stelle der meßtechnisch zu erfassenden Leistung örtlich getrennt von der zu beeinflussenden Maschine. Dies macht die Anwendung einer Fernreglungseinrichtung, d. h. eines Regelverfahrens im Anschluß an einen fernzumessenden Leistungswert notwendig.

Die Fernmessung des Leistungswertes erfolgt mit Hilfe des AEG-Kompensations-, Drehzahlkompensations- oder Impuls-Kompensationsverfahrens. Neben dem Fernmeßwert, der hierbei als verhältnisgleiche Spannung oder Strom auftritt, gehen auch alle anderen maßgeblichen Einflußgrößen wie Maschinenleistung, Leistungssollwert usw. in Form proportionaler Gleichströme in die Reglung ein. Derartige Einrichtungen zeichnen sich durch besonders einfachen und übersichtlichen Aufbau und daher große Betriebsicherheit aus. Mit den gleichen Bauteilen — Fernmeßgeber, Spannungsteiler, Drehspulrelais und Amperestunden-Zähler — lassen sich alle erdenklichen Aufgaben lösen und insbesondere nicht nur Fern-, sondern auch örtliche Reglungen durchführen.

Abb. 1 stellt die grundsätzliche Schaltung einer Laststoß-Fernreglungseinrichtung, Abb. 2 die Anordnung der Geräte dar. Die stark schwankende Leistung, auf welche die Maschine eingeregelt werden soll, wird in dem Kompensations-Fernmeßgeber FM in einen proportionalen Gleichstrom $i_{ü}$ umgeformt und über zwei Kabeladern dem Kraftwerk zugeleitet, in dem sich die zu regelnde Antriebsmaschine eines Stromerzeugers, z. B. eine Dampfturbine, befindet. Der Gleichstrom durchfließt hier die eine Wicklung eines Drehspulrelais RR; die andere Wicklung wird von zwei Teilströmen i_h und i_z durchflossen, von denen der letzte zunächst gleich Null sein soll. Der Drehzahl-Verstellmotor TM greift in bekannter Weise in das Gestänge des Drehzahlreglers der Turbine, deren Leistung er je nach seiner Drehrichtung erhöht oder verringert, ein. Der Strom i_h wird einem mit der Maschinensteuerung verbundenen Spannungsteiler P_h entnommen und ist daher etwa verhältnisgleich der Turbogeneratorleistung. Das Relais RR befindet sich im Gleichgewicht, d. h. seine Kontaktzunge ist in Mittelstellung, wenn die Ströme $i_{ü}$ und i_h gleich sind, wenn also die Leistung des Stromerzeugers der geforderten Leistung entspricht. Vergrößert oder verringert sich diese, so ändert sich der Strom $i_{ü}$ entsprechend; das Relais RR schließt seinen oberen oder unteren Kontakt und läßt den Verstellmotor TM die Stromerzeugerleistung erhöhen oder senken. Der Strom i_h nimmt an dieser Aenderung teil und stellt, nachdem er die Größe von $i_{ü}$ erreicht hat, das Gleichgewicht im Relais RR wieder her, womit der Regelvorgang beendet ist. Der Turbogenerator folgt also in seiner Leistungsabgabe stets der Forderung an der Uebergabestelle, so daß sämtliche Laststöße von der frequenzführenden Maschine ferngehalten werden.

Der neben dem Strom i_h die eine Reglerspule durchfließende an dem Spannungsteiler P_z abgegriffene Strom i_z gestattet, die Maschinenleistung um einen gewissen Betrag zu erhöhen oder zu senken. Ein Verstellmotor VMZ vergleicht den Spannungswert am Abgriff des Maschinenspannungsteilers P_h mit einem am Sollwertgeber P_s eingestellten Spannungswert und dreht sich bei Abweichungen in der einen oder anderen Richtung, wodurch sich der Strom i_z und damit die Maschinenleistung ändert. Der Turbogenerator gibt daher die unter Einwirkung der Laststoß-Reglungseinrichtung übernommenen Leistungsschwankungen wieder allmählich an andere Maschinen ab und fährt, über längere Zeitdauer gesehen, eine mittlere Leistung, deren Größe der Einstellung am Sollwertgeber P_s entspricht.

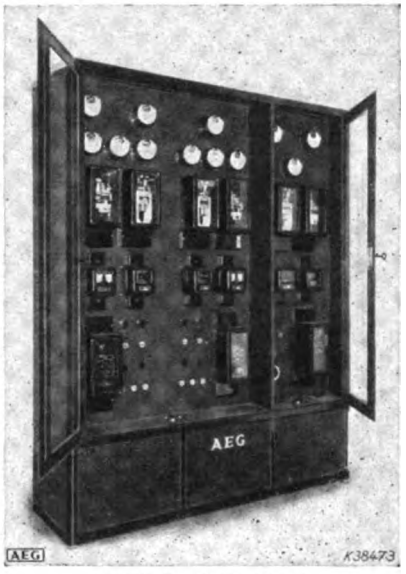


Abb. 2. Regeleinrichtung.

Das AEG-Kompensations- und Drehzahl-Kompensations-Fernmeßverfahren läßt sich durch Anwendung eines Zusatzgerätes praktisch verzögerungsfrei gestalten. Der Vorteil der nach den erläuterten Grundsätzen arbeitenden Fernregelanlagen liegt daher neben dem einfachen übersichtlichen Aufbau vor allem in der Vermeidung von Ueberreglungen und der damit verbundenen Pendelungen. Die durch den Drehzahl-Verstellmotor bedingte Verzögerung in der Weitergabe des Regelbefehls an die Maschine kann dadurch ausgeschaltet werden, daß man die Ströme $i_{ü}$ und i_h statt dem Relais RR unmittelbar dem elektrodynamischen Meßsystem eines hochempfindlichen Oeldruckreglers zuleitet; dieser greift unmittelbar in das Steuergestänge der Turbine ein.

Digitized by Google

Stellengesuche

Elektroingenieur
Schweizer, Diplom E.T.H., 35 J., mit mehrj. Erfahr. im Bau u. Betrieb v. Zentral. u. Schaltanlagen, sucht entspr. Wirkungsfeld, evtl. Übersee. Spricht Deutsch, Franz. u. etwas Engl. u. Spanisch. Off. unt. Z.O.3776 beförd. Rudolf Mosse A.-G., Zürich. [9960]

ELEKTRO-INGENIEUR
46 J., verhandlungsgewandt, firm in Projektierung, Bau od. Betrieb von Eltwerken od. Schaltanlagen, auch Prüffeld, sucht Stellung.
Angebote erbittet Walter Hayn, Berlin-Niederschönhausen, Charlottenstraße 1. [9969]

Elektro-Maschinenbaumeister
28 Jahre, 2 Semester höhere staatl. Fachschule, 12 Jahre praktisch tätig im Elektro-Maschinen- und Transformatorenbau (auch Meßwandler) sowie im Laboratorium, mit Kenntnissen in der Radiotechnik und Kraftanlagen, sucht Stellung als Werkmeister, auch für Montage elektr. Apparate. [9957]
Angebote an Friedrich Spreier, Hühnerfeld/Saar, Grühlingstr. 101

Stellenangebote

AEG

sucht zum sofortigen Eintritt

Konstrukteure
a) für Stark- und Schwachstromkabel-Garnituren
Kennwort K 14

b) für Schwachstromapparaturen, möglichst mit mehrjähriger Praxis, evtl. auch Anfänger, die Interesse für Arbeiten auf dem Schwachstromgebiet zeigen
Kennwort K 15

Werkzeugkonstrukteure
für Vorrichtungen und Gesenke
Kennwort K 16

Diplom-Ingenieure
für Fernmeldetechnik zur Bearbeitung von Angeboten über Fernmeldekabel und vollständige Anlagen
Kennwort K 17

technische Preisrechner (Vorkalkulatoren)
für Apparate und Geräte der Fernmeldetechnik, vorzugsweise der Hochfrequenztechnik
Kennwort K 18

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an [9976]

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft
Personal-Verwaltung Berlin NW 40

SIEMENS

Wir suchen zu baldigem Eintritt:

1. **Physiker** mit Kenntnissen in der Hochfrequenztechnik für das Laboratorium unserer Porzellanfabrik in Neuhaus. Bevorzugt werden Herren, die bereits über einige Erfahrungen auf diesem Arbeitsgebiete verfügen.
Kennwort „PN 264"

2. **Selbständigen Konstrukteur** für Elektrowerkzeuge. Bewerb. mit Erfahrung im Getriebebau werden bevorzugt. Kennwort „EW 265"

3. **Techniker** für Kabel- u. Pupinprüffelder, möglichst mit Erfahrungen auf meßtechnischem Gebiete. Kennwort „KW 266"

4. **Diplomingenieure** zur Bearbeitung v. Angeboten und Ausführung elektrischer Primär-, Schalt- und Hilfsmaschinenanlagen an Bord von Schiffen.
Kennwort „AJ 268"

5. **Ingenieure** mit abgeschlossen. Fachschulausbildung zur Bearbeitung von Angeboten und für die Ausführung elektrischer Hilfsmaschinenantriebe sowie von Angeboten und Bestellungen auf Schalt- und Installationsmaterial für Schiffe.
Kennwort „AJ 269"

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages erbeten unter dem jeweiligen Kennwort an die [9971]

Siemens-Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

Diplom-Ingenieur
Schiffs-Elektrotechniker mit möglichst vielseitiger mehrjähriger praktischer Erfahrung auf dem Gebiete der Starkstromtechnik für Entwicklungsarbeiten gesucht.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe der Gehaltsansprüche sind zu richten an das [9928]

Oberkommando der Kriegsmarine
(Marinekonstruktionsamt) Berlin W 35, Tirpitz-Ufer 72/76

TELEFUNKEN

Wir suchen:

INGENIEURE und TECHNIKER

mit Erfahrungen in der Herstellung von Funkgeräten zur Auftragsbearbeitung und Fabrikationsüberwachung.

Ausführliche Bewerbungen sind zu richten an

TELEFUNKEN
Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H.
Berlin SW 11, Hallesches Ufer 30. [9968]

Digitized by Google

Die Leistungs-Fernreglung der Antriebsmaschinen von Wechsel- und Drehstromerzeugern.

Mitteilung der AEG.

Für die Leistungsreglung der Antriebsmaschinen von Stromerzeugern sind im wesentlichen zwei von der jeweiligen Betriebsart abhängige Gesichtspunkte maßgebend: Bei Parallelbetrieb von Netzen ergeben tarifliche Vereinbarungen oft die Notwendigkeit einer gleichbleibenden oder fahrplanmäßig veränderlichen Uebergabeleistung; hierbei ist eine Maschine oder eine Gruppe von Maschinen im Sinne dieser Forderung zu regeln, wobei ein Fahrplangerät selbsttätig für die

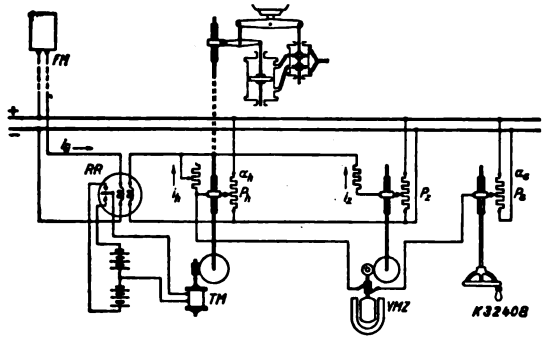


Abb. 1. Leistungsreglung für kurzzeitige Lastschwankungen.

Einstellung des Sollwertes der Uebergabeleistung sorgen kann (DRP). Bei Netzen, die stark schwankende Leistungsabnehmer, wie Bahnen, Industriebetriebe usw. speisen, erweist es sich zur guten Frequenzhaltung als zweckmäßig, diese Leistungen bestimmten Energieerzeugern aufzuzwingen und so die frequenzführende Maschine zu entlasten. Bei dieser sogenannten Laststoßreglung fährt also die geregelte Maschine eine Leistungskurve, die dem Energiefluß an der den Abnehmern zugeordneten Uebergabestelle entspricht. In den meisten Fällen liegt sowohl bei der Uebergabeleistungs- wie auch bei der Laststoßreglung die Stelle der meßtechnisch zu erfassenden Leistung örtlich getrennt von der zu beeinflussenden Maschine. Dies macht die Anwendung einer Fernreglungseinrichtung, d. h. eines Regelverfahrens im Anschluß an einen fernzumessenden Leistungswert notwendig.

Die Fernmessung des Leistungswertes erfolgt mit Hilfe des AEG-Kompensations-, Drehzahlkompensations- oder Impuls-Kompensationsverfahrens. Neben dem Fernmeßwert, der hierbei als verhältnisgleiche Spannung oder Strom auftritt, gehen auch alle anderen maßgeblichen Einflußgrößen wie Maschinenleistung, Leistungssollwert usw. in Form proportionaler Gleichströme in die Reglung ein. Derartige Einrichtungen zeichnen sich durch besonders einfachen und übersichtlichen Aufbau und daher große Betriebsicherheit aus. Mit den gleichen Bauteilen — Fernmeßgeber, Spannungsteiler, Drehspulrelais und Amperestunden-Zähler — lassen sich alle erdenklichen Aufgaben lösen und insbesondere nicht nur Fern-, sondern auch örtliche Reglungen durchführen.

Abb. 1 stellt die grundsätzliche Schaltung einer Laststoß-Fernreglungseinrichtung, Abb. 2 die Anordnung der Geräte dar. Die stark schwankende Leistung, auf welche die Maschine eingeregelt werden soll, wird in dem Kompensations-Fernmeßgeber FM in einen proportionalen Gleichstrom $i_{\ddot{u}}$ umgeformt und über zwei Kabeladern dem Kraftwerk zugeleitet, in dem sich die zu regelnde Antriebsmaschine eines Stromerzeugers, z. B. eine Dampfturbine, befindet. Der Gleichstrom durchfließt hier die eine Wicklung eines Drehspulrelais RR; die andere Wicklung wird von zwei Teilströmen i_h und i_z durchflossen, von denen der letzte zunächst gleich Null sein soll. Der Drehzahl-Verstellmotor TM greift in bekannter Weise in das Gestänge des Drehzahlreglers der Turbine, deren Leistung er je nach seiner Drehrichtung erhöht oder verringert, ein. Der Strom i_h wird einem mit der Maschinensteuerung verbundenen Spannungsteiler P_h entnommen und ist daher etwa verhältnisgleich der Turbogeneratorleistung. Das Relais RR befindet sich im Gleichgewicht, d. h. seine Kontaktzunge ist in Mittelstellung, wenn die Ströme $i_{\ddot{u}}$ und i_h gleich sind, wenn also die Leistung des Stromerzeugers der geforderten Leistung entspricht. Vergrößert oder verringert sich diese, so ändert sich der Strom $i_{\ddot{u}}$ entsprechend; das Relais RR schließt seinen oberen oder unteren Kontakt und läßt den Verstellmotor TM die Stromerzeugerleistung erhöhen oder senken. Der Strom i_h nimmt an dieser Aenderung teil und stellt, nachdem er die Größe von $i_{\ddot{u}}$ erreicht hat, das Gleichgewicht im Relais RR wieder her, womit der Regelvorgang beendet ist. Der Turbogenerator folgt also in seiner Leistungsabgabe stets der Forderung an der Uebergabestelle, so daß sämtliche Laststöße von der frequenzführenden Maschine ferngehalten werden.

Der neben dem Strom i_h die eine Reglerspule durchfließende an dem Spannungsteiler P_z abgegriffene Strom i_z gestattet, die Maschinenleistung um einen gewissen Betrag zu erhöhen oder zu senken. Ein Verstellmotor VMZ vergleicht den Spannungswert am Abgriff des Maschinenspannungsteilers P_h mit einem am Sollwertgeber P_s eingestellten Spannungswert und dreht sich bei Abweichungen in der einen oder anderen Richtung, wodurch sich der Strom i_z und damit die Maschinenleistung ändert. Der Turbogenerator gibt daher die unter Einwirkung der Laststoß-Reglungseinrichtung übernommenen Leistungsschwankungen wieder allmählich an andere Maschinen ab und fährt, über längere Zeitdauer gesehen, eine mittlere Leistung, deren Größe der Einstellung am Sollwertgeber P_s entspricht.

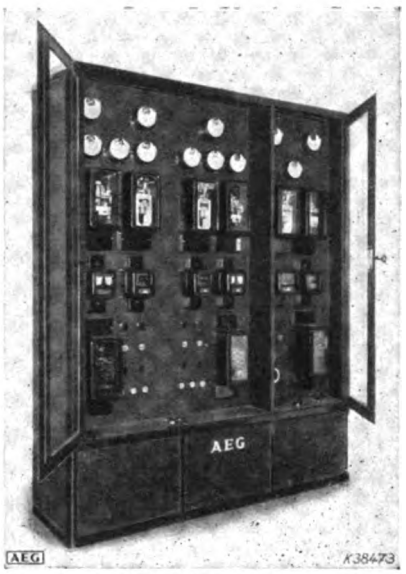


Abb. 2. Regeleinrichtung.

Das AEG-Kompensations- und Drehzahl-Kompensations-Fernmeßverfahren läßt sich durch Anwendung eines Zusatzgerätes praktisch verzögerungsfrei gestalten. Der Vorteil der nach den erläuterten Grundsätzen arbeitenden Fernregelanlagen liegt daher neben dem einfachen übersichtlichen Aufbau vor allem in der Vermeidung von Ueberreglungen und der damit verbundenen Pendelungen. Die durch den Drehzahl-Verstellmotor bedingte Verzögerung in der Weitergabe des Regelbefehls an die Maschine kann dadurch ausgeschaltet werden, daß man die Ströme $i_{\ddot{u}}$ und i_h statt dem Relais RR unmittelbar dem elektrodynamischen Meßsystem eines hochempfindlichen Oeldruckreglers zuleitet; dieser greift unmittelbar in das Steuergestänge der Turbine ein.

Digitized by Google

BROWN, BOVERI & Cie.

Bilanz

Aktiva

	Stand am 1. 1. 1936 RM	Zugang im Laufe des Geschäftsjahres RM	Abgang RM	Abschreibungen RM	Stand am 31. 12. 1936 RM	Pf
Anlagevermögen						
Grundstücke	960 000,—	22 715,—	25 000,—	7 715,—	950 000	—
Geschäfts- und Wohngebäude	690 000,—	—	—	50 000,—	640 000	—
Fabrikgebäude und andere Baulichkeiten	3 675 000,—	210 660,61	500,—	305 160,61	3 580 000	—
Maschinen und maschinelle Anlagen	1 490 000,—	829 689,31	—	1 319 689,31	1 000 000	—
Werkzeuge, Betriebs- und Geschäftsinventar	27,—	988 458,96	3 210,—	985 248,96	27	—
	6 815 027,—	2 051 523,88	28 710,—	2 667 813,88	6 170 027	—
Beteiligungen	3 672 011,—	46 380,—	—	168 381,—	3 550 010	—

Umlaufsvermögen			
Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	5 203 984,24		
Halbfertige Erzeugnisse	11 100 653,69		
Fertige Erzeugnisse, Waren und bestellte Anlagen im Bau	5 970 117,93	22 274 755,86*)	
Wertpapiere		1 334 703,—	
Aktiv-Hypotheken		14 508,50	
Geleistete Anzahlungen		498 382,91	
Forderungen auf Grund von Warenlieferungen und Leistungen		17 051 727,63	
Forderungen an abhängige Gesellschaften und Konzerngesellschaften		1 119 902,80	
Forderungen an sonstige Schuldner		516 369,75	
Wechsel		460 401,03	
Schecks		20 800,17	
Kassenbestand einschl. Guthaben bei Notenbanken und Postscheckguthaben		293 546,19	
Andere Bankguthaben		1 282 503,33	44 867 601 17
Posten, die der Rechnungsabgrenzung dienen			93 465 60
Bürgschaften		RM 1 873 911,—	
			54 681 103 77

*) Soweit Waren am Bilanzstichtage versandbereit oder bereits geliefert, aber noch nicht fakturiert waren, sind sie als „Waren" unter „Fertige Erzeugnisse" in die Bilanz eingesetzt.

Gewinn- und Verlust-

Aufwendungen

	RM	RM	Pf
Löhne und Gehälter*)		20 125 775	26
Soziale Abgaben		1 338 623	48
Abschreibungen auf Anlagen		2 667 813	88
Andere Abschreibungen		292 684	14
Zinsen		96 238	90
Besitzsteuern	1 920 730,66		
Sonstige Steuern	1 355 432,31	3 276 162	97
Sonstige Aufwendungen		10 198 587	44
Außerordentliche Aufwendungen		863 440	62
Zuweisung zum Werkerhaltungsfonds	400 000,—		
„ „ Arbeiter-Pensionsfonds	300 000,—	700 000	—
Gewinn-Vortrag aus dem Vorjahr	71 594,42		
Gewinn des laufenden Jahres RM 1 301 835,73			
./. Zuweisungen zu Fonds (s. oben) „ 700 000,—	601 835,73		
Bilanzgewinn		673 430	15
		40 232 756	80

*) Darunter auch die Gesamtbezüge des Vorstandes und die des Aufsichtsrates im Jahre 1936 in Höhe von RM 270 494,— bzw. RM 32 000,—.

In der heutigen Generalversammlung ist die **Dividende** für das Geschäftsjahr 1936 auf 5% festgesetzt worden. Nach Abzug von 10% Kapitalertragssteuer gelangt die Dividende gegen Dividendenschein Nr. 1 zur Auszahlung

für die Aktien über RM 1000,— mit RM 45,—
„ „ „ „ „ 200,— „ „ 9,—
„ „ „ „ „ 20,— „ „ —,90

in **Berlin:** bei der **Dresdner Bank,** bei dem **Bankhaus Mendelssohn & Co.,** bei der **Reichs-Kredit-Gesellschaft, Aktiengesellschaft,** bei der **Commerz- und Privat-Bank, Aktiengesellschaft,** bei der **Deutschen Bank- und Disconto-Gesellschaft;**
in **Düsseldorf:** bei dem **Bankhaus B. Simons & Co.;**
in **Frankfurt a. M.:** bei der **Dresdner Bank** in **Frankfurt a. M.,** bei der **Deutschen Bank- und Disconto-Gesellschaft, Filiale Frankfurt a. M.,** bei der **Mitteldeutschen Credit-Bank, Niederlassung der Commerz- u. Privat-Bank, Aktiengesellsch.,** bei der **Metallgesellschaft Aktiengesellschaft;**
in **Leipzig:** bei der **Dresdner Bank** in **Leipzig,** bei der **Allgemeinen Deutschen Credit-Anstalt,** bei der **Commerz- und**

Digitized by Google

Aktiengesellschaft MANNHEIM

am 31. Dezember 1936.

Passiva

			RM	Pf
Grundkapital			12 000 000	—
Gesetzlicher Reservefonds			1 200 000	—
Werkerhaltungs-Fonds			1 800 000	—
Rückstellungen			6 287 316	20
Verbindlichkeiten				
Anleihen (hyp. gesichert)		RM		
5% Anleihe von 1914	271 800,—			
gekündigte und ausgeloste Anleihen	300 600,—	572 400,—		
Anzahlungen von Kunden		17 552 168,30		
Verbindlichkeiten auf Grund von Warenlieferungen und Leistungen		5 513 794,98		
Verbindlichkeiten gegenüber abhängigen Gesellschaften und Konzerngesellschaften (davon RM 3 000 000,— durch Grundschuld gesichert)		4 264 241,13		
Verbindlichkeiten gegenüber Banken		—,—		
Verbindlichkeiten gegenüber sonstigen Gläubigern		4 082 226,24		
Guthaben des Arbeiter-Pensionsfonds		500 000,—	32 484 830	65
Posten, die der Rechnungsabgrenzung dienen			235 526	77
Gewinn-Vortrag vom Vorjahre		71 594,42		
Gewinn des laufenden Jahres		1 301 835,73		
		1 373 430,15		
./. Zuweisung zum:				
Werkerhaltungsfonds	400 000,—			
Arbeiter-Pensionsfonds	300 000,—	700 000,—	673 430	15
Bürgschaften	RM	1 873 911,—		
			54 681 103	77

Rechnung für 1936.

Erträge

	RM	Pf
Bruttoertrag nach § 261 c 2, Ziff. 1 HGB	38 569 198	48
Erträge aus Beteiligungen	660 525	86
Sonstige Kapitalerträge	36 445	02
Außerordentliche Erträge	894 993	06
Gewinn-Vortrag aus dem Vorjahr	71 594	42
	40 232 756	84

Nach dem abschließenden Ergebnis unserer pflichtgemäßen Prüfung auf Grund der Bücher und Schriften der Gesellschaft, sowie der vom Vorstand erteilten Aufklärungen und Nachweise entsprechen die Buchführung, der Jahresabschluß und der Geschäftsbericht den gesetzlichen Vorschriften.

Hamburg-Berlin, im Mai 1937. Schreiber, Wirtschaftsprüfer ppa. Dr. Schuster, Wirtschaftsprüfer

Privat-Bank Aktiengesellschaft, Filiale Leipzig, bei der **Deutschen Bank- und Disconto-Gesellschaft, Filiale Leipzig;** in **Ludwigshafen a. Rh.:** bei der **Dresdner Bank, Filiale Ludwigshafen a. Rh.,** bei der **Deutschen Bank- und Disconto-Gesellschaft, Filiale Ludwigshafen a. Rh.;** in **Mannheim:** bei der **Dresdner Bank, Filiale Mannheim,** bei der **Commerz- und Privat-Bank Aktiengesellschaft, Filiale Mannheim,** bei der **Deutschen Bank- und Disconto-Gesellschaft, Filiale Mannheim;** in **Saarbrücken:** bei **Gebr. Röchling, Bank,** bei der **Dresdner Bank, Filiale Saarbrücken.**

Mannheim, den 11. Juni 1937.

Brown, Boveri & Cie Aktiengesellschaft
Schnetzler Hammerbacher

Digitized by Google

Elektro-Ingenieur

mit abgeschlossener technischer Mittelschulbildung in der Elektrotechnik für das städtische Elektrizitätswerk zum sofortigen Antritt gesucht. Bewerber müssen in der Lage sein, die Überwachung, Unterhaltung und Erweiterung des elektrischen Ortsnetzes in einer Strecke von 60 km, vorwiegend aus Freileitung bestehend, zu übernehmen. Etwa 8000 Zähler im Gleichstrom- und Drehstromgebiet sowie die Zählereichstation unterliegt in technischer und praktischer Hinsicht seiner Bearbeitung. Eine Montage-Abteilung mit etwa 12 Montören ist zu leiten und zu beaufsichtigen.

Gründliche Kenntnisse und Erfahrungen in der Berechnung und Installation von Kraft-, Licht- und Schwachstromanlagen sind durch mehrjährige Tätigkeit in Elektrizitätswerken nachzuweisen. Zur Prüfung elektrischer Starkstromanlagen und zur Beseitigung von Radiostörungen werden Spezialkenntnisse gefordert. Elektro-Ingenieure mit abgeschlossener Prüfung, die gleichzeitig Elektromeister sind, werden bevorzugt.

Bewerber müssen die Gewähr bieten, daß sie jederzeit rückhaltlos für den nationalsozialistischen Staat eintreten und die arische Abstammung für sich und ihre Ehefrau nachweisen.

Strebsame, zuverlässige und völlig gesunde Bewerber — nicht über 35 Jahre alt — wollen selbstgeschriebene Gesuche mit lückenlosem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild unter Angabe des frühesten Antrittstermins bis zum 1. August 1937 einreichen.

Die Anstellung erfolgt mit sechsmonatiger Probezeit nach der Vergütungsgruppe 5 des Bezirkstarifvertrages (RM. 1700,— bis 4200,—). Bei Bewährung besteht Aussicht auf Eingruppierung nach der Vergütungsgruppe 4b (RM. 2000,— bis 5000,—).

Fürstenwalde/Spree, den 13. Juli 1937

[9984] **Der Bürgermeister**

Stellengesuche

Elektro-Ingenieur

Mitte 30, wünscht sich in Groß-Betrieb zu verändern.

M. Hering,
Dresden-Blasewitz, Deutsche Kaiserallee 38 b. Müller [9988]

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die ETZ Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Konstrukteur

Fachrichtung Elektrotechnik oder Apparatebau oder elektrische Fahrzeugbeleuchtung und -Zubehör mit praktischer Erfahrung, für selbständiges, schöpferisches Arbeiten in Dauerstellung für sofort gesucht, ferner

technischen Zeichner(in)

für Elektrotechnik bezw. Apparatebau.

Bewerbungen schriftlich oder persönlich zwischen 8 bis 12 Uhr oder telephonisch unter Nr. 53 47 48 (Hausapparat 008).

BERKO-WERKE Quast & Eichert, Berlin NO 55, Greifswalder Str. 207 [9991]

Wir suchen zum möglichst baldigen Eintritt für unser Konstruktionsbüro mehrere

Konstrukteure oder Zeichner

möglichst mit Kenntnissen auf dem Gebiete des elektrotechnischen Installationsmaterials.

Angebote mit Angabe der bisherigen Tätigkeit, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten an [9920]

Busch-Jaeger-Lüdenscheider Metallwerke AG.

Selbständiger Konstrukteur

für Hochspannungs-Schaltapparate mit Erfahrung im Bau von neuzeitlichen Leistungsschaltern gesucht.

Elektrotechnische Industrie
Arend und Stafforst, Duisburg-W. [9962]

Elektro-Ing.

zum Prüfen von Fernsprechkabeln gesucht.

[9982] Eintritt 1. Okt. oder früher. Für Anf. geeignet.

Kabelwerk Rheydt A.-G., Rheydt/Rhld

Digitized by Google

Die AEG-Rundfunkempfänger 1937/38.

Mitteilung der AEG.

Die günstige Aufnahme, welche die AEG-Rundfunkgeräte im Vorjahre nicht nur in Fachkreisen, sondern auch bei den Hörern gefunden haben, bestimmte die Entwicklungsrichtung für das neue Bauprogramm 1937/38. Die AEG bringt wieder sechs Gerätetypen heraus: Zwei Geradeaus- und vier Ueberlagerungsempfänger; die Superfabrikation, in der die AEG langjährige Erfahrung besitzt, wird damit gegenüber dem vergangenen Rundfunkjahr auf eine noch breitere Grundlage gestellt.

Für die neue Empfängerreihe wurde die akustisch günstige Flachbauform beibehalten, bei welcher der Lautsprecher neben dem Empfängerteil angeordnet ist. Durch Verbesserungen im Lautsprecherbau und neuartige Schaltungsmaßnahmen im Niederfrequenzteil der Empfänger konnte die Klanggüte der AEG-Geräte noch weiter gesteigert werden. Empfangsleistung und Gebrauchsicherheit entsprechen allen Anforderungen. Die Einfassungen der Skalen und Lautsprecherausschnitte aus glanzbeständigem Leichtmetall geben auch den diesjährigen AEG-Empfängern ihr charakteristisches Gesicht.

Ein Einkreis-Geradeaus-Empfänger ist der AEG 17. Seine hohe Endleistung wird nicht zuletzt durch die Verwendung der Lautsprecherröhre AL 4 bzw. CL 4 erreicht. Der Kopplungsausgleich zwischen Gitter- und Antennenspule in Abhängigkeit von der Stellung des Drehkondensators bewirkt Eichgenauigkeit der Skala und

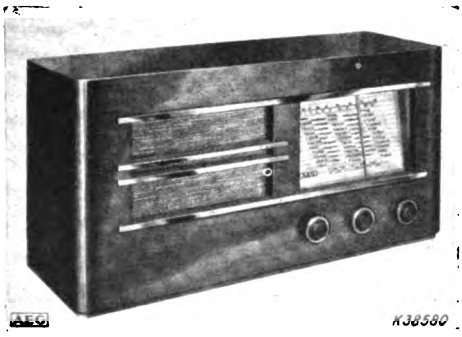


Abb. 1. Zweikreis-Geradeausempfänger AEG 27 W.

leichte Bedienbarkeit. Mittel- und Langwellen-Sperrkreis sind fest eingebaut. — Der elektrodynamische Lautsprecher gestattet die Wiedergabe eines weiten Tonbereichs. Der Hochfrequenzteil des Gerätes ist in diesem Jahr bei der Wechselstrom- und Allstromausführung gleich.

Ein ausgesprochener Fernempfänger ist der Zweikreiser AEG 27 (Abb. 1) mit drei Hauptröhren und einer Hilfsröhre. Er ist erstmalig mit selbsttätigem Schwundausgleich ausgerüstet. Die Aufgabe der Trennschärfereglung konnte durch geschickte Ausgestaltung der Rückkopplung gelöst werden. Diese ist so bemessen, daß die Entstehung hochfrequenter Eigenschwingungen vermieden wird; Pfeifstörungen sind daher ausgeschlossen. Die Einschaltung des Empfängers erfolgt durch Druck auf den Lautstärkeregler, die Ausschaltung durch Zug, ohne daß die eingestellte Lautstärke verändert zu werden braucht. Der AEG 27 wird nur in Wechselstromausführung hergestellt.

Mit vier Hauptröhren und einer Hilfsröhre ist der AEG Super 57 (Abb. 2) der erste Ueberlagerungsempfänger der Baureihe. Er hat fünf Abstimmkreise, Bandbreitereglung, selbsttätigen Schwundausgleich, Dioden-Gleichrichtung und elektrodynamischen Lautsprecher. Die Bandbreitereglung ermöglicht eine Anpassung der Trennschärfe an die unterschiedlichen Empfangsbedingungen. Klangfarbe- und Bandbreiteregler sind bei allen diesjährigen Ueberlagerungsempfängern gekuppelt, womit ein weiterer Schritt zur Vereinfachung der Bedienung trotz des stetig zunehmenden Aufwandes an elektrischen und mechanischen Einzelteilen getan ist.

Gleichfalls ein Ueberlagerungsempfänger, jedoch mit sechs Abstimmkreisen und zwei Hilfsröhren neben den vier Hauptröhren, ist der AEG Super 67. Mit diesem Super wurde ein Gerät besonders guter Tonwiedergabe geschaffen. Hierzu dient außer schaltungstechnischen Maßnahmen die Nawi-Membran im Lautsprecher und der tonausgeglichene Lautstärkeregler, der auch bei leiser Einstellung naturgetreue Wiedergabe ohne Beeinträchtigung der Tiefen vermittelt. Ein Sprache/Musikschalter gestattet ferner, den Tonbereich dem Charakter der Sendung anzupassen. Das „Magische Auge", das neuerdings

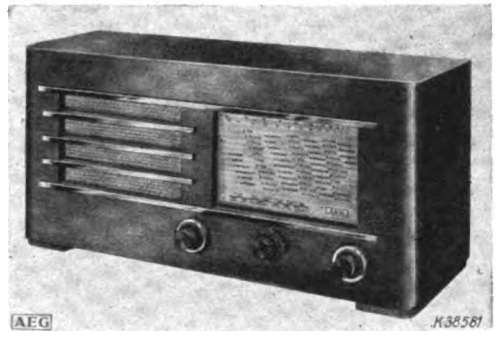


Abb. 2. Fünfkreis-Überlagerungsempfänger AEG-Super 57.

an Stelle des mechanisch-optischen Abstimmanzeigers getreten ist, erlaubt in Verbindung mit der Stillabstimmung genaue Einstellung auf die einzelnen Sender durch Unterdrückung der unangenehmen Störgeräusche, die zwischen den einzelnen Trägerwellen auftreten.

Einen ähnlichen Aufbau zeigt der AEG-Super 77 (Abb. 3), der aber darüber hinaus mit Kurzwellenteil und zur weiteren Steigerung der Trennschärfe mit einem Eingangsbandfilter ausgerüstet ist. Der zusätzliche Feinantrieb des Senderwählers erleichtert besonders die Einstellung der Kurzwellensender. Die Anwendung niederfrequenter Gegenkopplung drückt den Klirrfaktor der Endröhre auch bei großen Lautstärken auf bisher nicht erreichte Werte herab.

„Der Große AEG", der auch in Allstromausführung hergestellt wird, stellt das Spitzengerät des Fabrikationsprogramms 1937/38 dar. Bemerkenswert ist seine Ausstattung mit Gegentakt-Endstufe und zwei

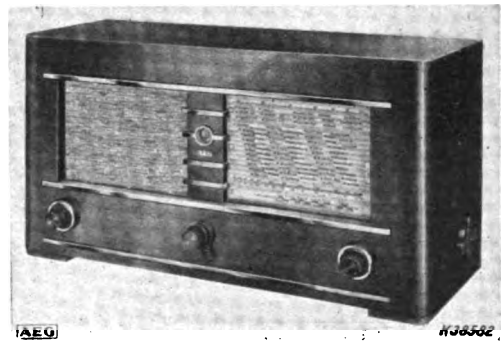


Abb. 3. Siebenkreis-Überlagerungsempfänger AEG-Super 77.

Lautsprechern, dem Hochton- und Tiefton-Lautsprecher. Die hochliegende Skala mit je einem Zeiger für Kurz-, Mittel- und Langwellen läßt sich durch eine Skalenhaube abdecken und außerdem verschließen. Im letzten Falle wird gleichzeitig das Gerät ausgeschaltet und so gegen unerwünschte Inbetriebsetzung gesichert. Die Wechselstromausführung, mit acht Haupt- und vier Hilfsröhren, arbeitet mit selbsttätiger Scharfabstimmung, durch die selbst ungenaue Einstellung auf einen Sender so nachgeregelt wird, daß Verzerrungen bei der Wiedergabe vermieden werden.

Digitized by Google

Stellengesuche

Hauswirtschafts-beraterin

34 J. alt, seit 2 Jahren bei Nordd Ü.-W. tätig, große Erfahrungen im elektr. Kochen Kenntnisse in Wärmetechnik, rede-, schrift- u. vortragsgewandt, Führerschein, sucht sich zu veränd. Selbige hat die Werbung ganz selbsttätig aufgezogen und Ein- und Verkauf getätigt. Angeb. unt. E. 25 an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wollen Sie etwas

günstig verkaufen? Dann ist das Beste, was Sie tun können, die Aufgabe einer „Kleinen Anzeige" in der ETZ. Die hohe Auflage unserer Zeitschrift und ihre allgemeine Verbreitung in Elektrofachkreisen bürgen für den Erfolg.

Stellenangebote

SIEMENS

Wir suchen zu baldigem Eintritt:

1. **Versuchsfeldingenieur** (Diplom-Ingenieur) für die Entwicklung und experimentelle Untersuchungen von Schaltgeräten. Bevorzugt werden Herren, die auf diesem Arbeitsgebiet bereits Erfahrungen besitzen. Kennwort „Sch. W. 277"

2. **Prüffeldingenieur** für Überwachung der Prüfung von Niederspannungsgeräten, der die Befähigung besitzt, auch an konstruktiven Verbesserungen der Geräte mitzuarbeiten. Kennwort „Sch.W. 280"

3. **Betriebs-Assistent** für alle in Frage kommenden Betriebsarbeiten am Kraft- und Lichtnetz und für Prüffelder. Kennwort „Sch. W. 281"

4. **Diplom- und Fachschulingenieure der Fernmeldetechnik** für unsere Vertriebs-Abteilung für Schwachstromkabel für die Arbeitsgebiete: Technische Offerten, Kabelgarnituren, Rohstoffe, Kabel- und Freileitungs-Montagen. Kennwort „SK 284"

Bewerbungen mit eigenhändig geschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages erbeten unter dem jeweiligen Kennwort an die [19]

Siemens-Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

Junger Ingenieur oder Techniker

welcher Kenntnisse im Elektro-Motorenbau, spez. auch Ankerwickel besitzt, guter Zeichner, spät. z 1. 9. 1937 gesucht. Angebote mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Gehaltsansprüchen und Antrittstermin an Elektromotorenbau Halle M. Kirchgeorg, Halle Saale, Gutenbergstr. 15 [8]

AEG

sucht zum sofortigen Eintritt:

Werkzeugfachmann

zur Leitung des Werkzeugbaus einer Elektromotoren-Abteilung. Gute Vorbildung, ausreichende praktische Erfahrung und selbständiges Arbeiten Bedingung.
Kennwort M 114

Fabrikations-Ingenieur

für Elektromotorenbau zur Unterstützung des Betriebsleiters. Zielbewußte, gut vorgebildete Persönlichkeit mit entsprechender Erfahrung.
Kennwort M 115

Berechnungs-Ingenieur

für Widerstände
Kennwort M 116

Konstrukteure

a) für Starkstromapparate
Kennwort M 117

b) für große und mittlere elektrische Maschinen (Gleichstrom und Drehstrom).
Kennwort M 118

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an [8928]

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft
Personal-Verwaltung Berlin NW 40

Wir suchen Betriebsingenieur

für die Bearbeitung von Spezialverfahren

Verlangt werden: Umfassende Kenntnisse in der feinmech. Fertigung und schnelle Auffassungsgabe. Erwünscht sind Erfahrungen in der Vacuumtechnik. Bewerber, die gelernte Feinmechaniker sind, erhalten den Vorzug

Geboten wird: Gut bezahlte Dauerstellung.

Angebote mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Lichtbild sind unter Angabe des frühesten Eintrittstermines zu richten an

W. C. HERAEUS GMBH.

[21] Platinschmelze HANAU

Digitized by Google

Leistungen der AEG im Jahre 1936.

Mitteilung der AEG.

Die Entwicklungsarbeiten der AEG im Jahre 1936 brachten auf allen Gebieten der Elektrotechnik ausgezeichnete Erfolge.

Die AEG-Turbine wurde in technischer und wirtschaftlicher Beziehung weiter vervollkommnet; so wurde z. B. in einem Elektrizitätswerk eine Axialturbine für 30 000 kW auf einem Platz aufgestellt, den bisher eine 3500-kW-Maschine älterer Bauart einnahm. Insgesamt wurden über 150 Turbinen mit rd. 750 000 kW Gesamtleistung in Auftrag genommen, davon etwa 80 Turbinen mit insgesamt über 300 000 kW für das Ausland. Die größte unter diesen Maschinen hat eine Einzelleistung von 40 000 kW. Etwa die Hälfte aller im Berichtsjahr bestellten Turbinen, insbesondere solche kleiner und mittlerer Leistung, waren Getriebeturbinen.

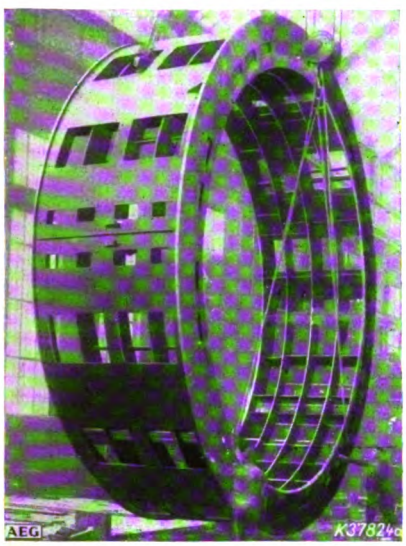


Abb. 1. Gehäuse eines Wasserkraft-Stromerzeugers für 50 000 kVA.

Unter den Stromerzeugern ist ein Wasserkraft-Stromerzeuger für 50 000 kVA mit senkrechter Welle bemerkenswert (Abb. 1), der für ein überseeisches Kraftwerk gebaut wurde. Sehr großen Anklang fand die neu-

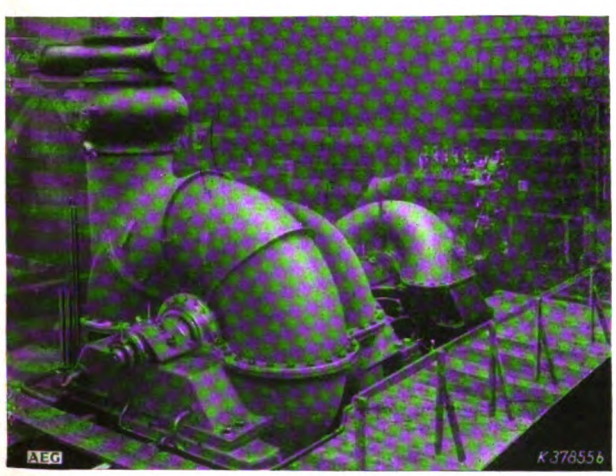


Abb. 2. Einflutiges Hochofen-Kreiselgebläse für 120 000 m³/h auf dem Prüfstand.

entwickelte vierpolige Synchronmaschine für Leistungen von 1000 ··· 6000 kVA. Niederspannungs-Gleichstrommaschinen wurden bis zu einer Stromstärke von 5000 A gebaut.

Umspanner werden in zunehmendem Maße in schwingungsfreien und oberwellenfreien Ausführungen gebaut. Eine Anzahl Großumspanner bis 120 000 kVA und 200 kV wurden betriebsfertig bahnversandfähig, z. T. auch ortsveränderlich geliefert. Neuentwickelt wurde ein ölisolierter relaisloser Spannungsregler, der sogenannte Relo-Netzregler.

Für Elektrolyse wurden ein Drehstrom-Gleichstrom-Umformer in geschlossener Bauart für 15 000 A geliefert und eine Reihe gittergesteuerter Hochstrom-Eisengleichrichter in Auftrag genommen.

Im Berichtsjahr war eine erhöhte Tätigkeit im Schaltanlagenbau für Hoch- und Niederspannung zu verzeichnen. U. a. wurden mehrere Freiluftanlagen für 220 000 V und 100 000 V erstellt. Während im Inland oft Druckgasschalter vorgezogen werden, werden im Ausland mehr Ölschalter verwendet; jedoch hat sich auch hier der Umsatz ölloser Schalter gesteigert. Die Reihe der gekapselten Geräte wurde durch die isoliergekapselte Bauform J erweitert. Mehrere größere Freileitungsanlagen mit Stahlaluminium-Leitern wurden ausgeführt, darunter eine 220 000-V-Leitung.

Motoren wurden in steigendem Maße druckfest gekapselt geliefert. Die Fernsteuerung mit Schützen wurde auch bei kleineren Hilfsantrieben eingeführt. Für die Eisenindustrie wurde eine große Anzahl Walzmotoren, z. T. mit bemerkenswert hohen Leistungen, geliefert. Für ein Bergwerk wurden zwei außergewöhnlich große Fördermaschinen für je 572 tkm/h in Auftrag genommen; ferner wurden 13 große Kreiselverdichter für insgesamt 480 000 m³/h und ein Hochofen-Kreiselgebläse für 120000m³/h(Abb.2) bestellt bzw. geliefert.

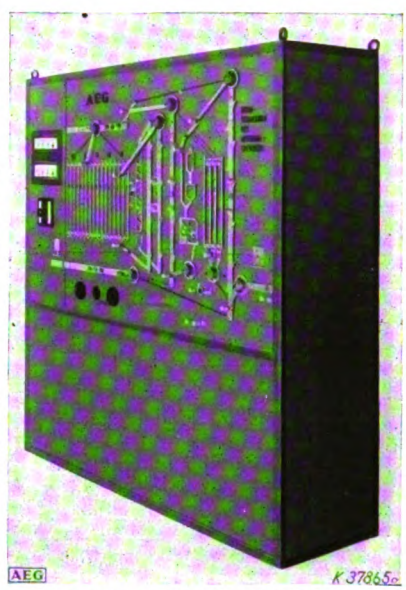


Abb. 3. Bandschaltbild für die Schaltung von 10 Antrieben in einem Getreidespeicher.

Für die Lichtbogenschweißung wurde der Schweißgleichrichter entwickelt, der die Vorteile des Gleichstrom- und des Wechselstrom-Schweißverfahrens in sich vereinigt. — Für die zentrale Überwachung und Steuerung der Antriebe in Getreidespeichern wurde eine neuartige Schaltanordnung entwickelt, das AEG-Bandschaltbild (Abb. 3), das wegen seiner Übersichtlichkeit großen Anklang findet. — In der Beleuchtungstechnik wurden sieben neue Gasentladungslampen und eine Reihe neuer Leuchten herausgebracht.

Die Deutsche Reichsbahn bestellte von der bewährten Schnellzuglokomotive 1'Do 1' weitere 12 Stück. Für die Höllentalbahn wurde eine Stromrichter-Lokomotive gebaut. Auch an der Ausrüstung der neuen Trieb- und Beiwagen der Berliner S-Bahn und Nord-Süd-S-Bahn war die AEG wesentlich beteiligt. — Der Oberleitungs-Omnibus findet steigende Beachtung; die AEG war an den Lieferungen für mehrere neue Linien beteiligt. — Im Fernmeldewesen sind vor allem die Lieferungen an Kabeln aller Art bemerkenswert. Wesentlich war die Beteiligung an den Lieferungen für das Reichssportfeld. Für die Deutsche Reichspost wurden auch zahlreiche Verstärkeranlagen geliefert.

Auch auf ihren sonstigen Arbeitsgebieten — Elektrofahrzeuge, Hausgeräte, Rundfunkgeräte, Fernwirkanlagen, Meßgeräte, Zähler, Uhren, Werkzeugmaschinen-Ausrüstungen, Industrieöfen usw. — konnte die AEG mit Erfolg Neuerungen einführen und beachtliche Aufträge hereinnehmen.

Digitized by Google

Wichtige Neuerscheinungen 1937

aus dem Verlage

Julius Springer in Berlin

Elektrotechnische Isolierstoffe.

Entwicklung, Gestaltung, Verwendung. Vorträge, veranstaltet durch den Bezirk Berlin-Brandenburg des Verbandes Deutscher Elektrotechniker — vormals Elektrotechnischer Verein e. V. — in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin. Herausgegeben von **R. Vieweg,** Darmstadt. Mit 235 Textabbildungen und 2 Tafeln. IX, 295 Seiten. 1937. RM 18.30; gebunden RM 19.80

(Vorzugspreis für Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker Bezirk Berlin-Brandenburg sowie für Teilnehmer an der Vortragsreihe RM 13.72; geb. RM 14.85)

Inhalt: Physikalische Grundlagen unter besonderer Berücksichtigung der anorganischen Isolierstoffe. Von W. Eitel. — Organische Isolierstoffe. Von R. Vieweg. — Prüfung von Isolierstoffen und Meßergebnisse aus der Isolierstofftechnik. Von G. Pfestorf. — Keramische Isolierstoffe. Von W. Weicker. — Organische Isolierstoffe in der Hochspannungstechnik. Von W. Estorff. — Isolierstoffe in der Niederspannungstechnik. Von H. Burmeister. — Isolierstoffe in der Fernmeldetechnik. Von K. Franz. — Isolierstoffe in der Elektrowärmetechnik. Von W. Fischer.

Deutsche Austausch-Werkstoffe.

Von Professor Dipl.-Ing. **H. Bürgel,** VDI, VAM, Chemnitz. (Schriftenreihe Ingenieurfortbildung, zweites Heft). Mit 84 Abbildungen und 23 Zahlentafeln. VIII, 154 Seiten. 1937. RM 6.60

Jeder Ingenieur muß sich heute mit der Werkstofffrage auseinandersetzen, für jeden Betrieb ist sie lebenswichtig. Das Buch gibt auf die täglich auftretenden Fragen Antwort:
Was kann ich an Stelle eines knapp gewordenen Werkstoffes verwenden?
Welche Eigenschaften hat der neue Werkstoff?
Welche Gesichtspunkte sind bei der Neukonstruktion und bei der Verarbeitung zu beachten?

Einführung in die physikalischen Grundlagen der Rundfunktechnik.

Von Dr. **Otto Franke,** Wien. Mit 167 Textabbildungen. VIII, 272 Seiten. 1937. (Verlag von Julius Springer-Wien.) RM 9.60

Das Buch verfolgt den Zweck, eine Einführung in die elektrophysikalischen Gesetze, die für die moderne Rundfunktechnik gelten, und in die Rundfunktechnik selbst zu bieten. Es behandelt in vier Abschnitten die elektrischen Schwingungen, die Elektronenröhren, die elektrischen Wellen sowie die Wellentelegraphie und -telephonie.

Anleitungen zum Arbeiten im Röhrenlaboratorium.

Von **M. Knoll.** (Dritter Teil der „Anleitungen zum Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium" von E. Orlich.) Mit 57 Textabbildungen. IV, 67 Seiten. 1937. RM 3.—

Elektrische Meßgeräte und Meßeinrichtungen.

Von Oberingenieur **A. Palm.**

Mit 205 Abbildungen im Text und 6 Tafeln. IX, 231 Seiten. 1937. RM 15.—; gebunden RM 16.50

Dieses neue erfolgreiche Werk ist in Form eines Lehrbuches geschrieben, das die Kenntnis der Grundlagen der Elektrotechnik voraussetzt. Es zeigt dem Techniker und Ingenieur vor allem Wesen und Anwendungsmöglichkeiten der elektrischen Meßgeräte und Meßeinrichtungen. Die Beziehung für den Zeigerausschlag ist jeweils kurz abgeleitet und der Aufbau durch Bilder gezeigt. Die Ausführungsformen der Herstellerfirmen sind in kennzeichnenden Beispielen wiedergegeben. Die Schaltungen, insbesondere die der Meßeinrichtungen, sind möglichst vereinfacht dargestellt.

Elektrische Starkstromanlagen.

Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Kurzgefaßtes Hilfsbuch für Ingenieure und Techniker sowie zum Gebrauch an technischen Lehranstalten. Von Oberstudiendirektor Dipl.-Ing. **Emil Kosack,** Hagen i. W. Achte, durchgesehene und erweiterte Auflage. Mit 318 Textabbildungen. XI, 355 Seiten. 1937. RM 9.—; gebunden RM 10.50

Inhalt: Die Erzeugungsarten, Gesetze und Wirkungen des elektrischen Stromes. — Meßinstrumente und Meßmethoden. — Gleichstromerzeuger. — Gleichstrommotoren. — Wechselstromerzeuger. — Transformatoren. — Wechselstrommotoren. — Umformer. — Stromrichter. — Der Betrieb elektrischer Maschinen. — Die Untersuchung elektrischer Maschinen. — Energiespeicher. — Elektrische Beleuchtung. — Wärmeausnutzung des Stromes, Elektrochemie u. -metallurgie. — Verteilung d. elektrischen Energie. — Schaltungen von Zentralen, Transformatoren- und Umformerstationen.

Versuche zur elektrischen Resonanz mit hochfrequenten und niederfrequenten Wechselströmen

(Versuche mit kleinen Röhrengeneratoren)

mit einer kurzen theoretischen Erläuterung zur elektrischen Resonanz. Von Dr. **Friedrich Moeller,** Mitglied d. staatl. Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Berlin. (Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft, Heft 16). Mit 52 Textabbildungen und 14 Tabellen. V, 82 Seiten. 1937. RM 4.80

Inhalt: Theorie der Resonanzerscheinungen. — Resonanzversuche und -messungen am Wechselstromnetz (50 Hz). — Resonanzversuche und -messungen mit hochfrequenten Wechselströmen. — Resonanzversuche im Frequenzbereich 10 bis 30 Megahertz. — Resonanzversuche und -messungen an mittelfrequenten Stromkreisen.

Ab März 1937 erscheint regelmäßig:

Elektrotechnische Berichte

Unter Mitwirkung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E.V. herausgegeb. v. Prof. Dr.-Ing. Franz Moeller, Berlin. Erscheint zweimal im Monat in Heften von je etwa 64 Seiten Umfang. Je etwa 7 Texthefte bilden einen Band, der jeweils durch ein Registerheft mit Namen- und Sachverzeichnis abgeschlossen wird. Preis des Bandes RM 48.—

(Vorzugspreis für Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker RM 38.40)

Die neue Zeitschrift bietet eine zuverlässige, schnelle Erfassung aller Arbeiten des Weltschrifttums und übersichtlich gegliederte Darbietung des Stoffes. Folgende Hauptabschnitte werden referiert: Theoretische Elektrotechnik. Kraftwerke. Elektrische Maschinen. Umformung der elektrischen Energie. Leitung und Isolierung. Verteilung und Regelung. Meßkunde. Magnetische und elektrostatische Anwendungen. Lichttechnik. Bahnwesen. Elektromotorische Antriebe. Elektrochemie. Elektrowärme. Photoelektrotechnik, Entladungsröhren. Drahtnachrichtentechnik. Funkwesen. Bildübertragung. Fernsehen. Fernwirkanlagen, Signalwesen. Elektroakustik und andere Grenzgebiete.

Wahrscheinlichkeiten und Schwankungen.

Vorträge, veranstaltet durch den Verband Deutscher Elektrotechniker, Gau Berlin-Brandenburg, in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule zu Berlin. Herausgegeben von Oberingenieur Dr.-Ing **F. Lubberger,** Berlin. Mit 25 Textabbildungen. IV, 100 Seiten. 1937. RM 8.40

(Vorzugspreis für Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Bezirk Berlin-Brandenburg sowie für Teilnehmer an der Vortragsreihe RM 6.30)

Grundlagen und Methoden der Periodenforschung.

Von Professor Dr. phil. **Karl Stumpff,** Berlin. Mit 41 Abbildungen im Text. VII, 332 Seiten. 1937. RM 39.—; gebunden RM 42.—

Inhalt: I. Reihenentwicklung und näherungsweise Darstellung empirischer Funktionen. — II. Praxis der Harmonischen Analyse und Synthese. — III. Das Periodogramm. — IV. Die statistische Behandlung von Periodenproblemen. — V. Andere analytische Methoden der Periodenbestimmung. — VI. Die physikalischen Hilfsmittel der Periodenforschung.

Digitized by Google

Die Verwendung von Trockengleichrichtern in Sendeanlagen.

Mitteilung der AEG.

Neben der großen Anzahl der bekannten Verwendungsgebiete hat in letzter Zeit der Trockengleichrichter auch mit Erfolg Eingang in die Stromversorgung von Sendeanlagen gefunden. Im direkten Sendebetrieb werden Gleichspannungen sowohl für die Speisung der Kathoden sowie für die Gitter- und Anodenkreise der Senderöhren benötigt. Die Ladung von Batterien kommt für ortsveränderliche Sender und für solche größeren Sendeanlagen in Frage, bei denen die Batterien als Stromquelle für die Speisung der Notbeleuchtung sowie für die Schalterbetätigung usw. benutzt werden. Der Trockengleichrichter dient als ruhender Umformer in erster Linie zur Erzeugung niedriger Gleichspannungen bis zu 60 ··· 70 V. Diese Grenze ist dadurch bedingt, daß der Wirkungsgrad von Röhrengleichrichtern für Gleichspannungen über 70 V höher liegt als derjenige des Trockengleichrichters, der vom niedrigsten bis zum höchsten Wert der erzeugten Gleichspannung praktisch den gleichen Wirkungsgrad aufweist. Obwohl der Röhrengleichrichter für höhere Gleichspannungen in wirtschaftlicher und zum Teil auch in preislicher Hinsicht Vorteile bietet, hat man sich doch in verschiedenen Sonderfällen, in denen vor allem die hohe mechanische Festigkeit des Metall-Trockengleichrichter-Elementesatzes in Betracht gezogen wurde, für die Verwendung von Trockengleichrichtern auch für Hochspannungszwecke entschieden.

Abb. 1. Trockengleichrichter-Gestell als Stromlieferungsanlage für die Kathoden- und Gitterkreise eines Rundfunksenders; Gleichstromleistung 20 V, 550 A und 80 V, 5 A.

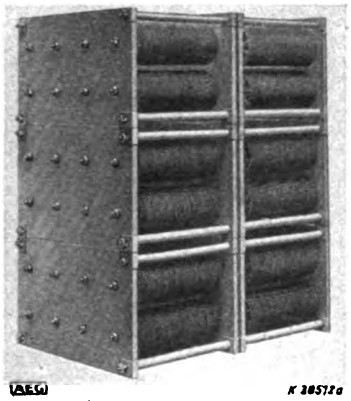


Abb. 2. Trockengleichrichter-Hochspannungs-Elementesatz in dreiphasiger Graetzschaltung; Gleichstromleistung 1500 und 4000 V, 0,5 A.

Abb. 1 veranschaulicht eine Stromversorgungsanlage für einen Rundfunksender, die für die Speisung der Kathoden- und Gitterkreise der Senderöhren AEG-Trockengleichrichter enthält und für die Speisung der Anodenkreise mit einem Glühkathoden-Hochspannungs-Gleichrichter ausgerüstet ist. Die Gesamtanlage zeigt einen U-förmigen Aufbau, wovon der rechte Teil, von vorn gesehen, den Glühkathoden-Gleichrichter enthält. In dem linken Gestellteil sind zwei Trockengleichrichter angeordnet, von denen der eine für eine Gleichstrom-Dauerleistung von 20 V, 550 A für die Kathodenspeisung ausgelegt ist, während der zweite Trockengleichrichter für eine Gleichstrom-Dauerleistung von 80 V, 5 A bemessen ist und für die Speisung der Gitterkreise dient. Mit Rücksicht darauf, daß die erzeugte Gleichspannung bereits eine sehr geringe Welligkeit aufweist, wurde bei beiden Gleichrichtern die dreiphasige Graetzschaltung gewählt. Um Brummgeräusche vollkommen zu unterdrücken, sind beide Trockengleichrichter mit Siebkreisen ausgerüstet, die eine weitere Glättung der erzeugten Gleichspannung bewirken. Auf der linken Hälfte der Abb. 1 ist ein Teil des Glühkathoden-Hochspannungs-Gleichrichters für 12 000 V, 5 A zu erkennen. Sämtliche drei Gleichrichtereinheiten der Gesamtanlage können von Hand sowie fernbetätigt werden. Für das zum Anheizen der Kathoden der Senderöhren erforderlich langsame Hochfahren der Gleichspannung und für die laufende genaue Einstellung der Gleichspannung sind entsprechende Drehregler mit motorischem Antrieb vorgesehen. Für die Reihenfolge der einzelnen Schaltvorgänge und für die Kennzeichnung etwaiger Betriebstörungen sind Relais- und Kennlampen auf der Vorderseite der Gesamtanlage untergebracht. Die Vorderseite bildet zugleich die Schalttafel der gesamten Gleichrichter-Stromversorgungsanlage. Trockengleichrichter ähnlicher Leistung sind mehrfach angefertigt worden. Ausführungen für eine Gleichstromleistung von 10 V, 800 A bzw. 20 V, 1000 A und 22 V, 2100 A sind bereits geliefert oder werden in Kürze in Betrieb genommen. — AEG-Trockengleichrichter sind auch mehrfach für die Erzeugung hoher Gleichspannungen im Sendebetrieb eingesetzt worden; Ausführungen für 1000, 3000 und 4000 V wurden wiederholt geliefert. Abb. 2 vermittelt einen Einblick in den Aufbau eines in dreiphasiger Graetzschaltung arbeitenden Trockengleichrichter-Elementesatzes, bemessen für eine Gleichstrom-Dauerleistung von 1500 und 4000 V, 0,5 A.

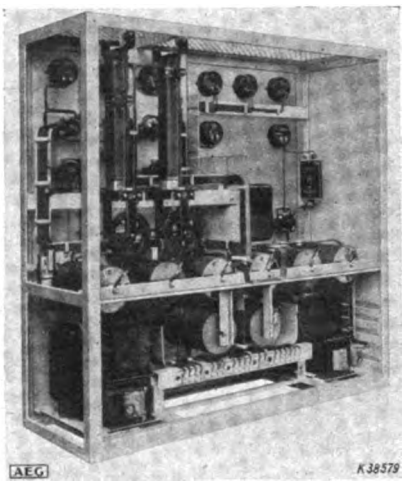


Abb. 3. Trockengleichrichter-Doppeleinheit, einschließlich Schalttafel für einen Notstrommaschinensatz; Gleichstromleistung 2 × 120 V, 10 A für Batterieladung 60 Zellen, Innenaufbau.

Für die Ladung von Batterien in ortsveränderlichen Sendern eignen sich die listenmäßigen Ausführungsformen[1]) der AEG-Trockengleichrichter. Für 6- und 12-V-Batterien sind besonders die Ausführungsformen TBW ··· a2 und TBW ··· a3 zu empfehlen. Ebenso eignen sich auch die Trockengleichrichterformen TBW ··· b1 für diesen Zweck, die mit einem eingebauten Regelwiderstand zur Einstellung der Ladestromstärke zwischen 100 und 50% des Nennwertes ausgelegt sind. Werden aus Gründen der Betriebsicherheit in den Sendern Batterien verwendet, die fortlaufend entladen werden, so kann hierfür die Dauerladeschaltung sehr gut angewendet werden. Für diesen Zweck stehen die Ausführungen TBW ··· p1 für handbediente Dauerladung und die Form TBW ··· p2 mit selbsttätig arbeitender Regeldrosselspule zur Verfügung.

Abb. 3 zeigt den Innenaufbau einer aus zwei Einzel-Trocken-Gleichrichtern vereint mit einer Generator-Schalttafel für die Notstromreserve bestehenden Anordnung. Der linke Teil der Anlage enthält zwei Trockengleichrichter, von denen jeder für die Ladung einer 60zelligen Bleibatterie mit 10 A bemessen ist. Beide Gleichrichter, von denen einer zur Reserve dient, sind für einphasigen Netzanschluß ausgelegt.

[1]) S. AEG-Druckschrift Grf/V 30.

Digitized by Google

Stellengesuche

Haushaltberaterin

13 jährige Praxis im Gas- und Elektrofach, Mitte 30 Jahr, **mit allen erforderlichen Arbeiten durchaus vertraut und selbständig**, beste Zeugnisse und Referenzen, in ungekündigter Stellung, **sucht sich zu verändern.**

Offerten möglichst mit Gehaltsangabe unter **E. 66** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

DIPLOM-INGENIEUR

34 J., Pg,, ungekündigt als Stellvertreter des Oberingenieurs, für betriebl. u. wirtschaftl. Spezialaufgaben in groß. Überlandwerk tät., verhandlungsgewandt, gut. Praktiker, Meßtechnik. u. Theoretiker mit Befähigung f. Forschungs- u. Lehrtätigkeit u. gr. Erfahrungen in Kraftwerks-, Bahn- und Bergwerksbetrieb, sucht sich in verantwortungsvollen Posten zu verändern.

Angebote an

Dipl.-Ing. Heinrich, Berlin-Südende, Borstallstr. 13 b. Braunschweig [79]

ELEKTRO-INGENIEUR

(H. T. L.), mit Meisterprüfungen im Elektroinstallationshandwerk und Elektromaschinenbauhandwerk, reiche Erfahrungen im Bau elektr. Schaltanlagen sowie elektr. Maschinen, Abfassung und Begutachtung von Lieferungsverträgen und Stromtarifen, Leistungs- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen und Stromverrechnung, sowie aller in das Gebiet eines Elt- u. Überlandw. fall. Fragen, bew. in allen kaufm. Arbeiten, Führerschein Kl. III, sucht Stellg. als Betriebsleiter in einem E.-W. oder ähnl. Betrieb. Anfragen erbeten an **B. Neubauer, Coburg,** Hutstraße 7. [85]

Dipl.-Ing.

Elektro-Maschinenbau
Hochfrequenz-Technik
H.-F.-Technik in der Luftfahrt, T. H. Berlin, Auslandsstudium, 33 Jahre, ar.

Angeb. mit Gehaltsangaben an
Dipl.-Ing. H. Buhse [51]
Neustettin, Königsvorstadt 21

Elektromeister

30 Jahre alt. firm in Licht-, Kraft- und Schwachstrom-Anlagen. Kenntnisse in Radiotechnik sucht nach einjähr. Besuch einer staatlichen Fachschule pass. Wirkungskreis. Bevorz. Groß-Ind., El. Werk, Bauleitung, Abnahme, Überwachung.

Angebote an **Paul Merkle,** Elektrom. [53]
Tengen, Amt Konstanz

Junger
Elektro-Ingenieur

Höh. Techn. Staats-Lehranstalt, Führersch. Kl. III, sucht sich zum 15. September 1937 in Kraftwerk, Überland-Zentrale oder Prüffeld zu veränd. Zuschriften erbeten an

Werner Wagner [81]
Peenemünde I a. U., postlagernd

Jüngere
Haushaltberaterin

m. gut. Vorbildung, Praxis in Kochvorträgen, Einzelberatung., Frauenschaftskurs. u. ähnlich., Führerschein, zur Zeit in ungek. Stellung, sucht sich z. 1. X. oder später zu verändern.

Angebote unter **E. 65** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Junger Ingenieur

gelernt Elektro-Installat. m. Prüffeld- u. Konstruktionserf. sucht Stellung im Elektr.-Werk od. als Betriebsassistent.

Angebot an **Gustav Meier** Lage/Lippe, Bruchstr. 31 [67]

Elektro-Techniker

Sudetendeutscher, 31 Jahre, mit Praxis, flotter Zeichner, sucht Dauerstellung.

Angebote erbeten an **Walter Bergmann, Aussig** CSR, Westfalenstr. 50 [86]

ETZ-Anzeigen verbürgen großen Erfolg

Neu!

Der Cell-Dübel! D.R.G.M.
Deutscher Werkstoff

für Rohr-Montage, Schalter, Steckdosen, Telephon-, und N.B.U.-Kabel, Sicherungselemente, Zählertafeln.

Lieferung an Grossisten.

Anfragen an:

Rheinische Gummi- u. Celluloid-Fabrik
Mannheim-Neckarau.

Elektromeister und Mechaniker, 27 Jahre, 2 Semester höhere Fachschule, firm in Inst. von Licht-, Kraft- u. Schwachstrom-Anlagen (Kenntnisse in der Radiotechnik), sucht Stellung in Großbetrieb, Elektr.-Werk, Heeresverwaltung (Bauleitung, Abnahme, Überwachung). [56]
Angebote an **Herbert Schnapp,** Schwenningen (Bayern)

Dipl.-Ing.

39 J., Arier, mit gut. allgem. Kenntn. u. viels. Tätigk. in Büro, Betrieb u. Montage, zuverl. Kraft m. gut. Anpassungsfähigkeit, s. entwicklungsf. Stellung. Ang. an **Dipl.-Ing. A. Kreibaum,** z. Zt. **Hannover,** Windmühlenstr. 2, I. [82]

ELEKTRO-INGENIEUR,

Diplom der Technischen Hochschule Wien, 32 Jahre alt, Arier, sucht neuen ausbauf. Wirkungskreis, gründliche Kenntnisse im allgemeinen Maschinenbau u. im Elektro-Maschinenbau, Betriebsleiterzeugnis, vieljährige Praxis in Projektie ung und Montage elektrischer Anlagen, Wärmewirtschaft, Meßtechnik und Hochfrequenztechnik. Angebote an **Hanns Tauchen, Wien XXI,** Am Spitz 12. [83]

Stellenangebote

Die **Fried. Krupp A. G.**
sucht
Diplom-Ingenieur der Elektrotechnik

für Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der elektrischen Messungen. Insbesondere werden Kenntnisse der **Fernmeldetechnik** verlangt. Laboratoriumserfahrungen sind erwünscht. [62]

Ausführliche Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und möglichst mit Lichtbild unter Kennziffer 37257 an die Personalabteilung der Fried. Krupp A. G., Essen, erbeten.

Digitized by Google

Geräte für die Sicherung des Nachtluftverkehrs.

Mitteilung der AEG.

Die Flugsicherheit erfordert von der Bodenorganisation der Flughäfen für die Nacht besondere Maßnahmen, damit die Flugzeuge ebenso wie bei Tage ohne jede Gefahr starten und landen können. Die AEG hat Geräte, die diesen Anforderungen entsprechen, schon in den Anfängen des Nachtluftverkehrs entwickelt. Im wesentlichen haben diese Geräte die Aufgabe, dem Flugzeugführer durch Lichtzeichen den Kurs zu weisen, ihm die Hindernisse in der Flughafenzone und die Umgrenzung des Rollfeldes anzugeben und die Landerichtung zu kennzeichnen.

Für die Kennzeichnung von Ansteuerungspunkten, seien es solche der Flugstrecke oder der Flughäfen selbst, dienen sogenannte Ansteuerungsfeuer in Form von Drehscheinwerfern. Ein solches Gerät, auch kurz Drehfeuer genannt, zeigt Abb. 1. Die Wirkungsweise ist derart, daß ein waagerecht austretender Scheinwerferstrahl um die

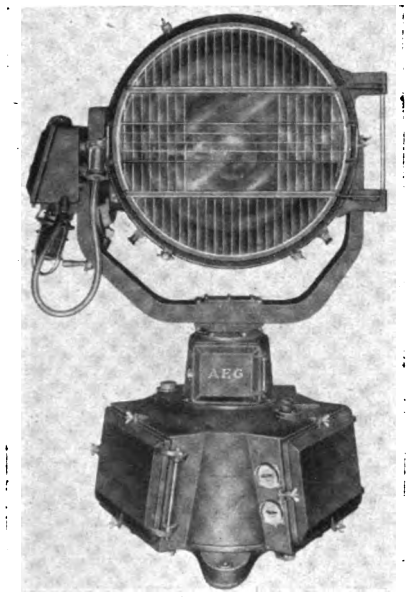


Abb. 1. Glühlampendrehfeuer mit 60 cm Glasparabolspiegel.

lotrechte Achse mit gleichmäßiger Geschwindigkeit gedreht wird, wobei der Flugzeugführer in ganz bestimmten Zeitabständen einen kurzen Lichtblitz sieht.

Das scheinwerferstrahlartige Lichtbündel wird von einem Reflektor in Form eines hochwertigen, optisch genau geschliffenen Glasparabolspiegels von 60 cm Durchmesser erzeugt. Als Lichtquelle wird hierbei eine Glühlampe in Sonderbauart von 55 V, 1500 W verwendet. Zur Lichtverteilung nach der Seite und nach oben dient ein optisch genau abgeglichener, geschliffener Prismenstreuer. Das Feuer besteht in seinen metallischen Teilen vollständig aus Leichtmetallguß und enthält im Untersatz den Motor zum Antrieb. Die Umdrehungsgeschwindigkeit beträgt in den meisten Fällen 15 U/min. Der Untersatz enthält ferner den Umspanner zum Umspannen der Netzspannung auf die Glühlampen-Brennspannung von 55 V. Eine selbsttätige Lampenwechselvorrichtung, die bei Ausfall einer Glühlampe eine zweite Reservelampe in Tätigkeit setzt, ist vorgesehen. Derartige von der AEG ausgeführte Feuer sind im In- und Auslande vielfach in Betrieb. Besondere Wirkungen lassen sich erzielen, wenn eine Reihe dieser Feuer, die in bestimmten Gruppen angeordnet sind, synchron laufen, so daß damit bestimmte Richtungen oder Abstände dem Flugzeugführer besonders sinnfällig gekennzeichnet werden können.

Die Hindernisse werden mit roten Feuern gekennzeichnet. Derartige Feuer sind mit Glühlampen besteckt; als Sonderbauart werden diese Hindernisfeuer mit Reservelampen und selbsttätiger Umschaltung vom Hauptfeuer auf das Reservefeuer ausgeführt.

Weitere Leuchtgeräte dienen zur Kennzeichnung der Rollfeldumrandung sowie der Windrichtung. Hierbei hat sich als Lichtquelle die neuzeitliche Gasentladungsröhre, die bei verhältnismäßig geringem Energieverbrauch große Lichtstärken farbigen Lichtes hergibt, besonders gut bewährt. Die Umrandungsfeuer erhalten rotleuchtende Neonröhren in Pfeilform.

Die Geräte zur Kennzeichnung der Wind- und damit Landerichtung sind in Form von Windfahnen ausgeführt, deren T-förmige Umrisse mit blau-leuchtenden Neonröhren versehen sind. Neuerdings werden diese Landerichtungsanzeiger vielfach mit einer Rückmeldung an die Flugwache sowie einer Fernverstellung ausgerüstet, die es gestatten, den Landerichtungsanzeiger bei Windstille in einer bestimmten Lage von der Flugwache aus einzustellen.

Die neuesten Geräte für Flugplätze sind die Landebahnleuchten; dies sind scheinwerferartige Geräte, die das Gelände auf eine Entfernung von mehreren 100 m gleichmäßig beleuchten sollen. Wie bei allen Geräten, bei denen es auf genaue Lichtverteilung und dementsprechende Bündelung eines scheinwerferartigen Strahls ankommt, verwendet die AEG hierfür eine hochwertige Spiegeloptik. Als solche hat sich eine Spiegelform nach Art eines Parabolzylinders gut bewährt. Diese Spiegelform hat den Vorteil, das Licht der in der Brennlinie an-

Abb. 2. Ortsfeste Anlage einer 9-kW-Landebahnleuchte.

geordneten Lichtquellen ohne besondere optische Mittel waagerecht zu streuen. Die Senkrechtstreuung, die naturgemäß begrenzt sein muß, ergibt sich ebenfalls aus der Art der Spiegel.

Das meist verwendete Gerät hat als Lichtquelle drei Scheinwerferlampen von je 3000 W, 55 V (Abb. 2). Das scheinwerferartige Gehäuse enthält in seinem Innern die Muldenspiegel sowie die Lichtquellen, ferner eine Schalttafel. Diese Leuchte hat eine Waagerechtstreuung von 120° und reicht für Auslauflängen bis zu annähernd 1000 m aus. In einer Entfernung von etwa 800 m wird eine senkrechte Beleuchtungsstärke von 3 Hlx erzeugt.

Die Landebahnleuchte wird meist erhöht aufgestellt, um noch kleine Bodensenken auszuleuchten. Der Einsatz solcher Leuchten erfolgt derartig, daß 3 ··· 4 Leuchten um den Platz aufgestellt werden, von denen dann die der jeweiligen Wind- bzw. Landerichtung entsprechende von der Flugwache aus ferneingeschaltet wird. Für besondere Fälle werden diese Leuchten auch im Boden versenkbar gebaut, so daß sie bei Tage kein Hindernis bilden; sie können auch fahrbar gestaltet werden.

Bei sämtlichen Geräten sind die Empfehlungen der Internationalen Beleuchtungskommission berücksichtigt, die für die Lichtstärke und Lichtverteilung besondere Mindestforderungen aufgestellt hat.

Digitized by Google

VDE-VORSCHRIFTEN IN FREMDEN SPRACHEN

Prescripções da VDE publicadas em portuguez:

1013 Prescripções com regras de execução para o serviço de installações de corrente intensa V.B.S., VDE 0105/1932 ..... RM 1.40

1014 Directrizes para a consideração de installações electricas na execução de construcções, VDE 0125/1932 ..... RM 0.70

1021 Prescripções com regras de execução para a erecção de installações de corrente intensa com tensões de serviço abaixo de 1000 V, V.E.S. 1, VDE 0100/1934 ..... RM 1.40

1022 Prescripções com regras de execução para a erecção de installações de corrente intensa com tensões de serviço de 1000 V e mais V.E.S. 2, VDE 0101/1934 ..... RM 1.40

1023 Directrizes para o coefficiente de segurança electrica em installações de corrente intensa com tensões de serviço de 1000 V e mais L.S.G., VDE 0111/1932..... RM 0.70

Prescripciones de la VDE publicadas en español:

2001 Reglas para la valorización y el ensayo de máquinas eléctricas R.E.M., VDE 0530/1934 .. RM 1.40

2002 Reglas para la valorización y el ensayo de transformadores R.E.T., VDE 0532/1934 ..... RM 1.40

2009 Reglas para tranformadores de medida R.E.W., VDE 0414/1932 ..... RM 1.40

2010 Reglas para contadores eléctricos R.E.Z., VDE 0418/1932 ..... RM 1.40

2010a Reglas para contadores eléctricos R.E.Z. (Suplemento), VDE 0418/1932 (Anhang) ..... RM 0.70

2013 Prescripciones y reglas de ejecución para e servicio de instalaciones de corriente industrial V.B.S., VDE 0105/1932 ..... RM 1.40

2014 Instrucciones sobre instalaciones eléctricas que deben tenerse en cuenta al construir edificios, VDE 0125/1932 ..... RM 0.70

2015 Reglas para la valorización y ensayo de máquinas eléctricas y transformadores en vehículos de ferrocarriles y otras clases R.E.B., VDE 0535/1930. RM 1.40

Prescriptions of the VDE published in English:

3001 Standards for the Classification and Testing of Electrical Machines R.E.M., VDE 0530/1934 RM 1.40

3002 Standards for the Classification and Testing of Transformers R.E.T., VDE 0532/1934 .... RM 1.40

3009 Rules for Instrument Transformers R.E.W., VDE 0414/1932 ..... RM 1.40

3010 Rules for Electricity Meters R.E.Z., VDE 0418/1932 ..... RM 1.40

3010a Rules for Electricity Meters R.E.Z., (Supplement) VDE 0418/1932 (Anhang) ..... RM 0.70

3025 Directions for the Testing of Pressboard, VDE 0315/1935 ..... RM 0.70

3026 Directions for the Testing of Insulators of Ceramic Material for Voltages exceeding 1000 V, VDE 0446/1929. — Directions for the Testing of High Tension Insulators with Impulse Voltages, VDE 0447/1926. — Directions for Impulse Voltage Tests, VDE 0450/1933..... RM 0.70

3027 Directions for the Performance of High-voltage Tests with Alternating Current, VDE 0442/1933. RM 0.70

3028 Regulations for Switch and Transformer Oils, VDE 0370/1936..... 0.70

Prescriptions de la VDE publiées en français:

4001 Règles pour l'appréciation et les essais des Machines Electriques R.E.M., VDE 0530/1934 RM 1.40

4002 Règles pour l'appréciation et les essais des Transformateurs R.E.T., VDE 0532/1934 ..... RM 1.40

VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER, Verlagsabteilung, Berlin-Charlottenburg 4, VDE-Haus

Digitized by Google

Ein neuer Gleichstromwandler.

Mitteilung der AEG.

Die Erzeugung und Verwendung großer Gleichstromenergien in der Industrie nimmt ständig zu. Im allgemeinen handelt es sich dabei um Anlagen, bei denen hohe Stromstärken bei verhältnismäßig niedrigen Spannungen vorkommen. Diese hohen Gleichstromstärken waren bisher ungleich schwieriger zu messen als Wechselströme, da geeignete Meßwandler in ähnlicher Ausführung wie die Wechselstromwandler nicht zur Verfügung standen. Die Entwicklung zielte in den letzten Jahren darauf ab, die früher fast ausschließlich verwendeten Meßwiderstände (Shunts) durch bessere Meßeinrichtungen zu ersetzen.

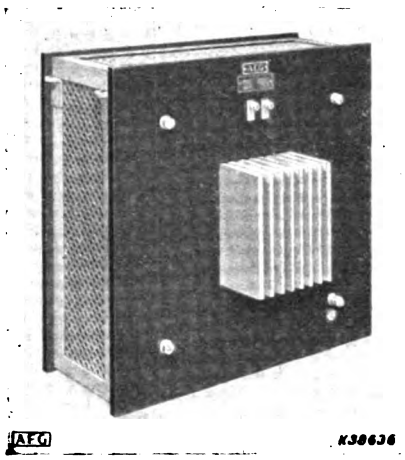


Abb. 1. Gleichstromwandler, Form ASLG 20000/5 A.

Die neuentwickelten Gleichstromwandler der AEG (Abb. 1 und 2) sind geeignet, die bisher bestehenden Schwierigkeiten bei der Messung hoher Gleichstromstärken zu beheben. Ihre Arbeitsweise beruht auf der bekannten Tatsache, daß sich der Wechselstromwiderstand einer Eisendrosselspule durch Gleichstrom-Vormagnetisierung ändert; bei der Entwicklung der Wandler wurden aber teilweise vollkommen neue Erkenntnisse ausgenutzt. Die AEG-Gleichstromwandler sind in jeder Beziehung als echte Wandler anzusehen. In ihrem Aufbau entsprechen sie den bekannten Wechselstrom-Schienenwandlern. Der gleichstromführende Primärleiter wird durch das Kernfenster geführt, während die auf dem Kern aufgebrachte Sekundärwicklung durch eine Wechselspannung (Netzspannung) erregt wird. Der in der Sekundärwicklung fließende Wechselstrom ist in seiner Größe von dem im Primärleiter fließenden Gleichstrom linear abhängig und ermöglicht somit eine mittelbare Gleichstrommessung. Die Wandler arbeiten vollkommen statisch, d. h. bewegliche Teile sind nicht vorhanden. Ein besonderer Vorteil liegt vor allem darin, daß die Wandler keiner Wartung bedürfen und die Gefahr des Verschleißes völlig ausgeschaltet ist.

Die AEG-Gleichstrommeßwandler Form ASLG sind bisher für primäre Nennstromstärken von 1500···30000 A entwickelt worden. Die übliche Wechselstrom-Erregerspannung beträgt 220 oder 380 V (s. Zahlentafel). Bei

Primärer Nennstrom . . . . . A	1500	3000	4000	5000	10000	10000	15000	20000	30000
Sekundärer Nennstrom . . . . . A	1	1	1	1	5	5	5	5	5
Wechselstrom-ErregerspannungV	220	220	380	380	*	220	220	*	*

den in der Tabelle mit (*) bezeichneten Ausführungen muß die Netzspannung von 220 oder 380 V über einen kleinen Anschlußumspanner in Sparschaltung angeschlossen werden. Bei entsprechender Auslegung dieses Netzanschlußumspanners läßt sich auch jede andere abweichende Netzspannung zum Betrieb der Wandler verwenden, so daß die Abhängigkeit von einer bestimmten Netzspannung vermieden wird.

Der in der Sekundärwicklung des Gleichstromwandlers fließende Wechselstrom hat eine nahezu rechteckige Kurvenform und ist nur für Strommessung, nicht aber für Leistungsmessung unmittelbar geeignet. Er wird daher zweckmäßig mit Hilfe eines einfachen Trockengleichrichters in Gleichstrom umgeformt. Dieser Gleichrichter wird mit dem Anschlußumspanner in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, das verhältnismäßig wenig Platz beansprucht und vom Hauptwandler getrennt in der Anlage angebracht wird. Die übliche Ausführung der Gleichstromwandler wird stets mit Meßgleichrichter geliefert. Der Gleichrichter kann jedoch wegfallen, wenn es sich lediglich um einfache Strommessungen handelt. In solchen Fällen genügen die gebräuchlichen Weicheisen-Meßgeräte zur mittelbaren Messung der primären Gleichstromstärke.

Die Meßleistung der AEG-Gleichstromwandler genügt allen Anforderungen des Betriebes. Sie beträgt 30 W in Klasse 0,5 und 60 W in Klasse 1. Die wichtigsten meßtechnischen Vorteile der neuen AEG-Gleichstromwandler sind folgende:

Die Meßgenauigkeit ist so gut wie unabhängig von den Schwankungen der Erregernetzspannung.

Verzerrungen in der Spannungskurve des angelegten Wechselstroms sind ohne Einfluß auf die Wandlergenauigkeit.

Die Gleichstromwandler sind frequenzunabhängig und arbeiten hysteresefrei.

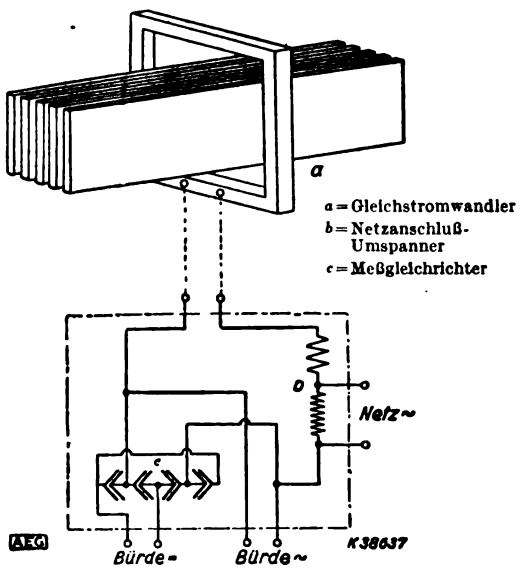


Abb. 2. Schaltung des AEG-Gleichstromwandlers.

Oberwellen in der primären Gleichspannung (welliger Gleichstrom) werden naturgetreu auf den Sekundärstrom der Wandler übertragen.

Die Abmessungen der Gleichstromwandler sind sehr klein und entsprechen etwa denen der bekannten Wechselstrom-Schienenwandler. Die Wandler lassen sich daher auch bei beschränkten Raumverhältnissen ohne Schwierigkeiten einbauen. Der statische Gleichstromwandler der AEG ist also ein Präzisionsgerät mit allen Eigenschaften eines echten Wandlers, das sich vorzüglich zur Leistungsmessung und genauen Stromzählung eignet.

Digitized by Google

Stellengesuche

Dipl.-Ing., deutsche techn. Hochschule Prag, elektr. Fachrichtung, 29 J. alt, Sudetendeutscher, m. gründl. prakt. u. theoret. Kenntn., 7 J. Praxis in Konstr., Herstellung u. Vertrieb v. elektr. u. wärmetechn. Meßgeräten, Kleintransformatoren, Trockengleichricht., Prüfeinrichtung., sucht ausbaufäh. Stellung. Angeb. erb. an Dipl.-Ing. **Erwin Šamal, Prag-XIX,** Srbska 7. [132]

ELEKTRO-INGENIEUR
28 J., Arier, Starkstrom-Techniker, wünscht sich zu verändern als Projekt-, Rechnungs-, Montage- oder Betriebs-Ingenieur und zwar in Münster oder Umgebung. Angebote erbeten an **E. Beenen, Münster i. Westf.,** Hermann-Göring-Str. 24 [97]

Junger Elektro-Meister
26 Jahre, seit 1½ Jahren als Meister tätig, mit sämtlichen praktischen und theoretischen Arbeiten, auch Kostenanschlägen usw. bestens vertraut, saubere Ausführung aller Arbeiten gewöhnt, da lange Jahre für Marine und Luftfahrt gearbeitet, sucht sich zum 1. 9. oder später zu verändern. [112] Mitteldeutschland erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Angebote erb. unt. **M. Brämer, Swinemünde,** Hindenburgstr. 17

Junger Elektromeister vertr. mit allen vorkom. Arb., w. Stark-, Schwachstrom, Prüfen von Motoren, Generatoren, Radio (Empf., Verst. einf. Funkger.), Wass.- u. Blitzabl.-Anl., Entw. u. Kostenberechn. sowie all. kaufm. Arb., Führerschein 1 u. 3, sucht f. sof. Stellg. Ausf. Ang. an **O. Meng jr.,** Elektrom., **Beeskow/Mark.** [123]

Elektro-Ingenieur
(gepr. El.- Inst.- Meister)
30 J., mit reichen Kenntnissen u. mehrjähr. Erfahrg. im El.-Versorgungsw., Betr., Werkst., Installations- u. Abnahmewes., Tarifberatung, Elektroherd- u. -gerätewerb., Schriftwechs. u. Verwltg., sucht z. 1. 10. 37 neue Stllg. Ang. an **H. Knost,** VDE **Cloppenburg/Oldenburg,** Molberger Str. [139]

Fernmelde-Ingenieur
Mitte 30, Arier, mit 13jähr. Fachtätigkeit bei Großfirmen in der Entwicklung selbsttätiger Fernsprech-, Signal- und Feuermeldeanlagen, tüchtiger Schaltungstechniker, geübt im techn. Schriftwechsel, franz., engl. und im Angebotwesen, sucht entwicklungsfähige Stellung. Angebote an **J. Piffero, Wien 13/1** Trauttmannsdorffg. 13. [144]

Stellenangebote

Wir suchen zur Unterstützung des leitenden Elektro-Ingenieurs einen

jungen Diplom-Ingenieur

oder Ingenieur der Elektrotechnik, der einige Jahre Schaltanlagen entworfen und gebaut hat oder im Prüffeld tätig war. Das Tätigkeitsgebiet erstreckt sich auf die Ueberholung, Instandhaltung und den Ausbau der umfangreichen elektrischen Anlagen. — Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften sind einzusenden an

I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft
Werk Aken [143]

SIEMENS

Wir suchen zu baldigem Eintritt

Diplom-Ingenieure [102]

der Elektrotechnik und des allgemeinen Maschinenbaues für Projektbearbeitung und Auftragsdisposition.

Es kommen nur technisch begabte, gut qualifizierte und umsichtige Herren in Frage, welche in der Lage sind, ihnen anvertraute Aufgabengebiete nach erfolgter Einarbeitung selbständig und energisch weiterzubringen.

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühest. Eintrittstages erbeten unter Kennwort „AJ 296" an die

Siemens-Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

Wir suchen infolge Erweiterung unseres Konstruktionsbüros

mehrere **Konstrukteure und Zeichner**

möglichst mit Kenntnissen auf dem Gebiete des elektrotechnischen Installationsmaterials oder ähnlichen Gebieten.

Angebote mit Angabe der bisherigen Tätigkeit, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten an **Busch-Jaeger-Lüdenscheider Metallwerke A.-G., Lüdenscheid.** [136]

PROJEKT-INGENIEUR
für Hoch- und Niederspannungsgeräte und Schaltanlagen
Innen- und Außendienst

Bewerbung mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Angabe der Gehaltsansprüche. [116]

C. A. SCHAEFER A.-G., Hannover, Postfach 5
Vertretung der Voigt & Haeffner A.G., Frankfurt

Große Metallwarenfabrik, die sich spez. mit der Herstellung von Fahrrad-Scheinwerfern und Fahrrad-Lichtmaschinen befaßt, sucht für ihre Abteilung Fahrrad-Lichtmaschinen-Bau

einen Montagemeister. Derselbe soll womöglich aus der Branche sein, den Lichtmaschinen-Bau von Grund auf beherrschen, im modernen Fabrikationswesen arbeiten können und womöglich erfahren sein in wirtschaftlicher Fertigung. Es können sich auch solche Herren melden, die bisher evtl. als Vorarbeiter, Kontrolleure oder Mustermacher in dieser Branche tätig waren. [119]

Grundbedingungen sind: erstkl. Fachmann, dispositionssicher und eigene Urteilsbildung. **ENN-WERKE, Nürnberg-S.**

Konstrukteur und Zeichner
für Transformatoren gesucht. Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Angabe des Gehaltsanspruches und frühesten Eintrittstages erbeten an Sekretariat der
Schorch-Werke A. G., Rheydt. [140]

Digitized by Google

Ionenableiter

Mitteilung der AEG

Zum Schutz von Niederspannungsanlagen stellt die AEG seit einigen Jahren einen Ueberspannungsableiter (Ionenableiter) her, der für Niederspannungsnetze geeignet ist und die Höhe der auftretenden Ueberspannungswelle auf eine für die zu schützende Anlage ungefährliche Höhe verringert. Gestützt auf jahrelange Erfahrungen, führt die AEG jetzt eine verbesserte Bauart des Ionenableiters aus. Der Ableiter besteht aus einer Edelgasentladungs-Funkenstrecke in Reihe mit einem spannungsabhängigen Widerstand. Die Edelgas-

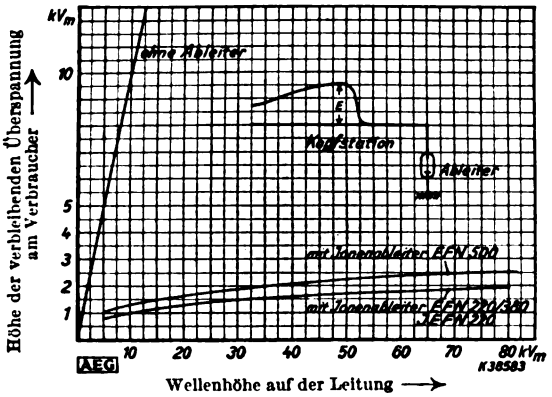


Abb. 1. Wirkungsweise der AEG-Ionenableiter

Funkenstrecke, die sich seit Jahren gut bewährt hat, besteht aus zwei plattenförmigen Elektroden, die mit einer pastefömigen Schicht versehen sind, so daß die Funkenstrecke mit äußerst kleinen Verzögerungszeiten (rd. 10^{-7} s) anspricht. Die Elektroden sind in einem mit Edelgas gefüllten Glaskolben eingeschmolzen. Hierdurch wird eine Beeinflussung durch die Atmosphäre vollständig vermieden, und die Funkenstrecke hat stets die gleichen elektrischen Eigenschaften.

Einen besonderen Vorzug für den Ableiter bringt die Verwendung des spannungsabhängigen Widerstandes. Der beim Ionenableiter verwendete Widerstand ändert sich mit der dritten Potenz, d. h. wird an den Widerstand die doppelte Spannung angelegt, so fließt nicht der doppelte Strom durch den Widerstand, sondern bereits der achtfache Strom. Hierdurch ergeben sich für den Ableitevorgang besonders günstige Stromverhältnisse. Anderseits kann der Strom bei Betriebspannung aus den gleichen Gründen niedriger gehalten werden, so daß eine einwandfreie Unterbrechung des nachfließenden Betriebstromes sichergestellt ist.

Abb. 2. Ionenableiter für Innenräume

Die Arbeitsweise des Ionenableiters ist folgende: Sobald eine Ueberspannung auf die Niederspannungs-Freileitung auftrifft, spricht die Edelgas-Funkenstrecke des Ableiters an und leitet den Ableitevorgang ein. Da die Verzögerungszeiten sehr klein sind, sind auch die Spannungsbeträge, bei denen die Funkenstrecke anspricht, klein; sie liegen weit unter den vom VDE vorgeschriebenen Mindestüberschlagspannungen. Der über den Ableiter zur Erde abfließende Strom ergibt sich aus der Höhe der auflaufenden Ueberspannungswelle und des sich daraus ergebenden Wertes des spannungsabhängigen Widerstandes. Da dieser mit steigender Spannungshöhe sehr rasch fällt — er beträgt dann nur noch einige Ohm — ergeben sich Ableiterströme von mehreren hundert Ampere, die der Ableiter ohne jede Veränderung seiner elektrischen Eigenschaften zu bewältigen vermag. Dieser durch den Ableiter fließende Strom bedingt am spannungsabhängigen Widerstand einen Spannungsabfall, die sogenannte Restspannung, die gleichbedeutend ist mit der Spannung bzw. Spannungshöhe, die in die zu schützende Station einzieht. Durch entsprechende Wahl der elektrischen Größe des spannungsabhängigen Widerstandes ist dafür gesorgt, daß dieser Betrag ebenfalls unter den vom VDE vorgeschriebenen Werten liegt (Abb. 1). Nach der Ableitung der Ueberspannungswelle löscht der Ableiter ohne fremde Hilfe den nachfließenden Betriebstrom und stellt so den Normalzustand des Netzes wieder her.

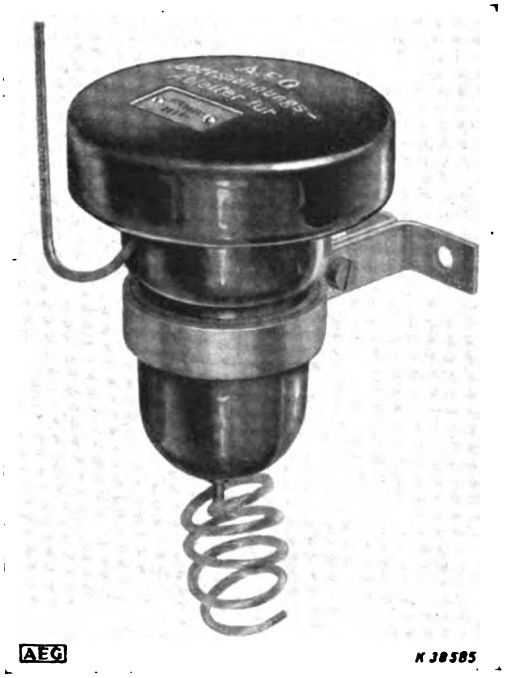


Abb. 3. Ionenableiter in Freiluftausführung

Die Ionenableiter sind mit den gleichen elektrischen Eigenschaften in drei Ausführungen lieferbar, und zwar für Innenanbringung (Abb. 2), ausgeführt in den Abmessungen des normalen AEG-Sicherungselementes, plombierbar, also auch vor dem Zähler einzubauen, für Spannungen von 250 V Gleichstrom und Wechselstrom. Eine weitere Ausführung wird für Freiluftanbringung in einem grünen, regendichten Porzellangehäuse (Abb. 3), für Spannungen von 220/380 V Wechselstrom und 250 V Gleichstrom hergestellt. Die gleiche Ausführung wird für 500 V Wechselstrom geliefert. Die beiden letztgenannten Bauarten können mit einer gegen Korrosion geschützten Schelle am Freileitungsmast in unmittelbarer Nähe der zu schützenden Leitung angebracht werden. Der elektrische Anschluß erfolgt über zwei am Ableiter herausgeführte verzinnte Kupferseile von 4 mm² Querschnitt und je 40 cm Länge.

Die Ionenableiter werden Stück für Stück einer sorgfältigen elektrischen Prüfung unterzogen, so daß ein Versagen ausgeschlossen ist. Der mechanische Aufbau ist hinreichend widerstandsfähig, so daß die Ableiter keiner Wartung bedürfen.

Digitized by Google

Stellengesuche

Betriebsinspektor

firm im Bau und Wartung elektrischer Hoch- und Niederspannung sowie Schaltanlagen sucht gestützt auf gute Zeugnisse Stellung als Schalt-Maschinenmeister oder ähnliches. Zuletzt in leitender Stelle in Kraft- und Umspannwerken.
A. Pokahr, Königsberg Pr., Ziethenstr. 12. [150]

Kabelfachmann

für Schwach-, Fern- und Hochfrequenzkabel in Fabrikation, Prüffeld und Montage sucht geeigneten Wirkungskreis. [165]
Engler, Fürstenwalde/Spree
Waldstr. 7.

Elektro-Ing. (HTL)

34 J., verh. z. Z. selbständig. Elektromeister-Prüfung, firm in Projektierung, Kalkulation, Werbung, mit VDE-Vorschr. vertraut sucht Stellung als Bauführer Abnahme- oder Werbebeamter. Führerschein 1, 2 und 3. Angebote erb. an **Georg Rogosch**, Kleinitz, Kr. Grünberg. [151]

Haushaltberaterin

34 Jahre, Praxis in selbständiger Werbung, tätigt Ein- u. Verkauf, beherrscht elektr. Küche, Kenntnisse i. Wärmetecknik, rede-, schrift- u. vortragsgewandt, Führerschein, sucht sich zu verändern.
Angebote erbeten unter E. 193 an die Anzeigen-Abteilg. der ETZ, Berlin W 9.

Elektr.-Ingenieur

H. T. L., gesetzten Alters, mit reichen Erfahrung. in Wärmetechn., Dynamo- u. Apparatebau, Prüffeld und Reparaturwerk, sucht passenden Wirkungskreis, evtl. als Betriebsingenieur. Angebote erbittet **L. Hummel. Leipzig W 33** Lützner Straße 171 [161]

Montage-Ing.

für Hochspannungsschaltanl. und Großgleichrichteranlagen sucht Stellung in Betrieb oder Prüffeld. Erstkl. Referenzen.
Otto Kaufmann, Berlin-Steglitz, Presselstr. 3. [181]

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die
ETZ
Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Wir suchen infolge Erweiterung unseres Konstruktionsbüros
mehrere **Konstrukteure und Zeichner**
möglichst mit Kenntnissen auf dem Gebiete des elektrotechnischen Installationsmaterials oder ähnlichen Gebieten.

Angebote mit Angabe der bisherigen Tätigkeit, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten an **Busch-Jaeger-Lüdenscheider Metallwerke A.-G., Lüdenscheid.** [136]

Wir suchen
mehrere tüchtige Konstrukteure
für dauernde Beschäftigung zum Bau von elektr. Maschinen aller Art. Schriftliche Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Lichtbild sowie Gehaltsansprüchen sind zu richten an **Ziehl-Abegg-Werke**, Berlin-Weißensee. [115]

Bosch

Wir suchen für eines unserer Laboratorien einen
Elektro-Chemiker oder **Elektro-Ing.**
mit abgeschlossener Hochschulbildung.
[183] Erwünscht: Erfahrung auf dem Gebiet des Elektrolyt-Kondensators.

Handgeschriebene Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Angabe der Gehaltsansprüche bitten wir zu richten an
Robert Bosch A.-G., T 829. Angestelltenbüro, **Stuttgart.**

Wir suchen zum baldigen Eintritt
Elektro-Ingenieure
mit Erfahrung in der Konstruktion von elektrischen Schalt- und Regelapparaten aller Art.

Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf, Lichtbild, Referenzen, Gehaltsansprüchen unter Angabe des frühesten Eintrittstages erbeten.

Julius Pintsch Kommandit - Gesellschaft
Berlin O 27
[182]

Hochfrequenztechniker

mit Abschlußprüfung einer höheren technischen Lehranstalt für Prüffeldtätigkeit zum 1. 10. 1937 gesucht. Bewerbungen von Diplom-Ingenieuren zwecklos. Bezahlung nach Gruppe VII/VIII des RAT. Bewerber, die ihrer militärischen Dienstpflicht schon genügt haben, werden bevorzugt. Bewerbungen unter Beifügung von handgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Angabe von Gehaltsansprüchen.
Heereswaffenamt, Prüfwesen 7 [156]
Charlottenburg, Jebensstraße 1

Einige Techniker

mit abgeschlossener Fachschulbildung mit mindestens einjähriger praktischer Tätigkeit auf dem Gebiete der Hochfrequenztechnik im Prüffeld oder Entwurfsbüro sofort gesucht. Bezahlung nach R. A. T. Bei Eignung und Bewährung ist in Einzelfällen spätere Übernahme in das Beamtenverhältnis nicht ausgeschlossen. Ausführliche Bewerbungen mit Lichtbild, selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Nachweis arischer Abstammung an
[173] **Marinearsenal, Artillerieamt, Kiel.**

Diplom-Ingenieur

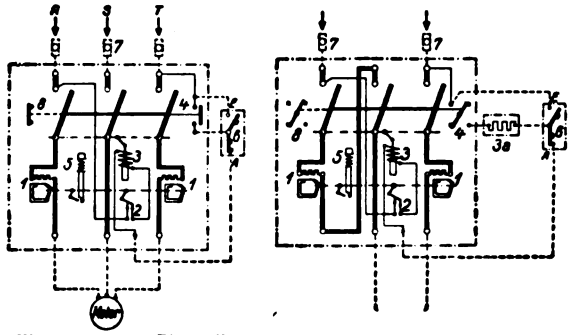
der Fachrichtung Elektrotechnik, insbesondere Starkstromtechnik, von größerer Versuchsstation gesucht. Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Bild und Gehaltsansprüchen erbeten an
Versuchsstation und Laboratorium Bernh. Berghaus, Berlin-Lankwitz, Charlottenstraße 31. [167]

Digitized by Google

Motor-Sicherheits-Fernschalter MSF 15.

Mitteilung der AEG.

Fernschalter[1]) bieten auch in Niederspannungsanlagen eine Reihe von Vorteilen. So ermöglicht die Fernschaltung eine Zusammenfassung der Schaltgeräte zu Schaltgruppen und damit eine bessere Übersicht, Einheitlichkeit und Überwachung. Gleichzeitig lassen sich oft Leitungsersparnisse erzielen; außerdem wird die



1 = Wärmeauslöser (Bimetall, mittelbar beheizt),
2 = Unterbrecherkontakt für 3, von 1 betätigt,
3 = Schaltmagnet (3a = Vorwiderstand für 3),
4 = Selbsthaltekontakt zu 3,
5 = Sperrlöseknopf,
6 = Druckknopfschalter,
7 = Vorsicherungen,
8 = Hilfskontakt.

Abb. 1. Schaltungen des Motor-Sicherheits-Fernschalters MSF 15, links für Drehstrom, rechts für Gleichstrom.

Unterbringung vereinfacht. Dadurch werden nicht nur Einrichte- und Griffzeiten verkürzt, sondern es wird auch ein erhöhter Schutz des Bedienenden erreicht. Weitere Anwendungsgebiete für die Fernsteuerung sind Betriebe mit starker Staubentwicklung, explosionsgefährdete Räume usw.; auch hier kann der Fernschalter außerhalb angebracht werden.

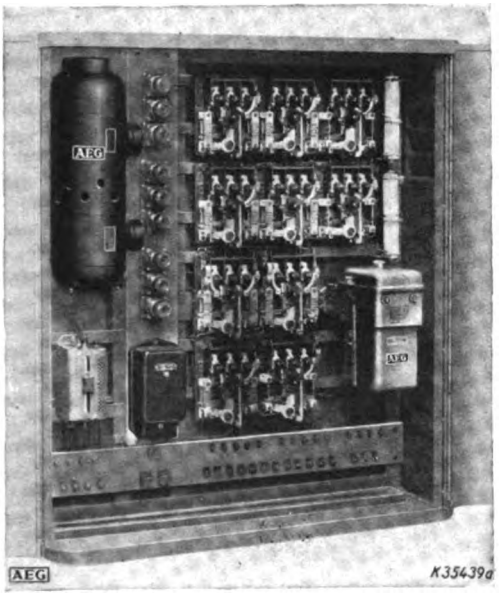


Abb. 2. Schaltschrank für ein Mehrmotoren-Bohrwerk, enthaltend Motor-Sicherheits-Fernschalter MSF 15 nebst Kurzschlußsicherungen, ferner Schützen LF 15 und einen Ölschutzschalter MSBO 60 für den Hauptschalter.

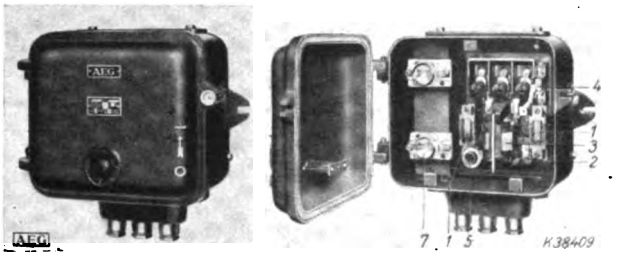
Ein Gerät, das sich seit Jahren für die genannten Anwendungsgebiete bewährt hat, ist der Motor-Sicherheits-Fernschalter MSF. Dieses Gerät wurde von der AEG in zwei Größen (MSF 15 und MSF 30) auf den Markt gebracht, von denen nachstehend die kleinere näher beschrieben wird. Der Schalter MSF 15 ist für 15 A, 500 V Drehstrom bzw. 250 V Gleichstrom ausgelegt. Er ist immer dreipolig; bei Gleichstrom werden zwei Pole in Reihe geschaltet (Abb. 1). Je Pol ist doppelte Unterbrechung vorgesehen. Die Silberkontakte, die so gut wie keiner Pflege bedürfen, sind leicht auswechselbar. Die Lebensdauer der Kontakte[2]) hängt von der Schalthäufigkeit, der Betriebspannung und der Höhe des Ein- und Ausschaltstromes ab. Die mechanische Lebensdauer des Schalters ist nahezu unbegrenzt.

Der Schaltmagnet, dessen Stromkreis durch getrennt anzuordnende Doppeldruckknöpfe geschlossen und geöffnet wird, verbraucht zum Einschalten etwa 100 VA, bzw 40 W, und zum Halten etwa 18 VA, bzw. 12 W. Die Betätigungsspannung kann gegenüber der Nennspannung der ebenfalls leicht auswechselbaren Spule im Bereich von + 10 % bis − 15 % schwanken.

Das Gerät kann den 8fachen Nennstrom des Heizelementes schalten, ist aber bei Gleichstrom höchstens mit 75 A, 250 V bzw. bei Drehstrom mit 90 A, 220 V oder 75 A, 380 V oder 60 A, 500 V zu beanspruchen.

Für den Kurzschlußschutz sind Sicherungen vorzuschalten. Häufig genügen hierfür vorhandene Gruppensicherungen, falls diese nicht zu groß bemessen sind. An Stelle der Sicherungen kann auch ein Selbstschalter treten, dessen Schnellauslöser entsprechend eingestellt sind. Abb. 2 zeigt die Anwendung des MSF 15 bei einer Werkzeugmaschine mit Mehrmotorenantrieb. Die Schalter sind nebst den Kurzschlußsicherungen und den übrigen Geräten in einem Schaltschrank eingebaut.

Für den Ueberlastungsschutz sind zwei Wärmeauslöser mit leicht auswechselbaren Heizelementen eingebaut. Der wichtigste Bestandteil dieser Auslöser ist ein Bimetallstreifen, der bei der üblichen Belastung einen Auslösehebel festhält. Bei Ueberlast biegt sich der Bimetallstreifen aus. Hierdurch wird der Auslösehebel frei, der gegen eine Auslösestange schlägt und die Oeffnung eines Kontaktes im Stromkreis der Haltespule bewirkt (Abb. 1 und 3). Eine Wiedereinschaltung ist erst möglich, wenn nach der Abkühlung des Bimetallstreifens, die schnell erfolgt, die genannten Teile durch einen Knopf in die Bereitschaftsstellung zurückgeführt sind, wobei der Kontakt im Zugspulenstromkreis wieder geschlossen wird. Der Knopf kann stets von außen betätigt werden.



geschlossen Legende siehe Abb. 1. geöffnet

Abb. 3. Motor-Sicherheits-Fernschalter AMSF 15 in Gußgehäuse mit eingebauten Sicherungen.

Bei der stahlblechgekapselten Ausführung ist der Sperrlöseknopf durch den Deckel herausgeführt. Diese Kapselung (Schutzart P 30) bietet in jedem Fall Schutz gegen die Berührung spannungführender Teile und gegen das Eindringen groben Staubes, aber keinen Wasserschutz.

Bei der gußgekapselten Ausführung (Abb. 3) ist in den Deckel ein Druckknopf eingebaut, der von außen durch einen kleinen Klappdeckel verschlossen ist und durch den der Sperrlöseknopf mittelbar betätigt wird. Diese Kapselung (Schutzart P 44) schützt auch gegen feinen Staub und Wasserdampf (Feuchtigkeitsschutz). Das größere Gußgehäuse (AMSB 25) bietet auch noch Platz für den Einbau von Sicherungen und ermöglicht auch den Anbau an gekapselte Schaltanlagen.

Ohne Wärmeauslöser wird der gleiche Schalter als Schütz LF 15[3]) gebaut.

[1]) Siehe auch AEG-Druckschriften Sa/V 7 und Sa/V 25.

[2]) Siehe auch AEG-Druckschrift Sa/V 40.

[3]) Siehe auch AEG-Druckschriften Sa/V 25 und Sa/V 1517.

Digitized by Google

Stellengesuche

Dipl.-Ing. (Starkstrom) 33 J., Arier, bish. Tätigkeit in Kraftwerks-Betrieb, -Projekt., -Montage, -Abnahme, sucht geeigneten Wirkungskreis. Angebote mit Gehaltsangabe und Eintrittstag erbeten an H. Dworazik, Görlitz, Biesnitzer Straße 75. [206]

Dipl.-Elektroing. (Öst. Hochspgskonz., 41 J.) mit 7 Jahre Baupraxis (Hoch- und Niederspg.) und 7 Jahre Ueberlandwerk (Werbung, Bau, Betrieb) sucht Veränderung. Angeb. erb. unt. „Sudetendeutscher"/E. 215 an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Reise-Ing. VDE 31 J., Arier, Absolv. deutsch. Lehranstalt und ausländ. Techn. Hochschule, Fachrichtung Elektrotechnik mit Auszeichnung, 3 J. kaufm. Praxis, 1 J. Nachrichten-Prüffeld, 2½ J. Konstruktions-Büro, Maschinenbau, reiche Reiseerfahrungen, Führersch. 3, weltgewandt, zielsicher und außerordentlich strebsam, z. Zt. in ungek. Stellg. als Reise-Ingenieur eines Welt-Unternehmens, sucht verantwortungsvolle Stellung als Reise- oder Akquisitions-Ingenieur in Süddeutschl. Angeb. erbittet Ing. Karl Diekow VDE, Berlin NW 40, Lüneburger Str. 4. [211]

Elektromeister u. Mechan., 27 J., Absolvent einer höheren staatlichen Fachschule, firm in Licht-, Kraft- u. Schwachstromanlagen (Radiokenntnisse), ehemals leitender Betriebsmont., sucht passend. Wirkungskr. Bevorzugt Großindustrie, Elektr.-Werk, Heeresverwaltg., Bauleitg., Abnahme, Ueberwachung. Angeb. an Herbert Schnapp, Schwenningen (Bayern) [205]

Stellenangebote

Bosch

Wir suchen als Nachwuchs für unser Hochfrequenzlaboratorium

einen Elektroingenieur

mit abgeschlossener Fachschulbildung. Mechanikerpraxis erwünscht.

Handgeschrieb. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften und Angabe der Gehaltsansprüche bitten wir zu richten an [183]

ROBERT BOSCH A.-G.
T 830 Angestelltenbüro Stuttgart

Wir suchen infolge Erweiterung unseres Konstruktionsbüros

mehrere **Konstrukteure und Zeichner**

möglichst mit Kenntnissen auf dem Gebiete des elektrotechnischen Installationsmaterials oder ähnlichen Gebieten.

Angebote mit Angabe der bisherigen Tätigkeit, Zeugnisabschriften und Lichtbild erbeten an Busch-Jaeger-Lüdenscheider Metallwerke A.-G., Lüdenscheid. [136]

Wir suchen zum 1. 10. 37 für unsere kaufmännische Abteilung

einen jünger. kaufm. Angestellten

mit Kenntnissen in Hoch- und Niederspannungsmaterialien. Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild und Gehaltsansprüchen an die Kreis Oldenburger Elektrizitäts-Genossenschaft E.G.m.b.H. Göhl, Post Oldenburg i. Holstein. [214]

AEG

sucht zum sofortigen Eintritt:

Konstrukteure

a) für Gleich- und Drehstrom-Maschinen
Kennwort M 132

b) für Starkstromapparate
Kennwort M 133

Diplom-Ingenieure

für die Berechnung elektrischer Maschinen
Kennwort M 134

Berechnungs-Ingenieure

für Widerstände
Kennwort M 135

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstermin und Angabe des Kennwortes an [216]

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft
Personal-Verwaltung Berlin NW 40

Für unser Ingenieur-Büro suchen wir einen

Elektrotechniker oder Elektroingenieur

mit Fachschulbildung und Erfahrungen im Zechenbetrieb.

Handgeschriebener Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild sind zu richten an [194]

Zeche Dorstfeld in Dortmund-Dorstfeld.

Elektro-Ingenieur

für konstruktive Arbeiten und zum Besuch der Kundschaft zum baldigen Eintritt gesucht. Bewerber bitten wir, Lebenslauf mit Zeugnisabschriften und Angabe der Gehaltsansprüche einzusenden an:

Wickmann-Werke A.-G., Witten-Annen, Postschließfach 25. [217]

Digitized by Google

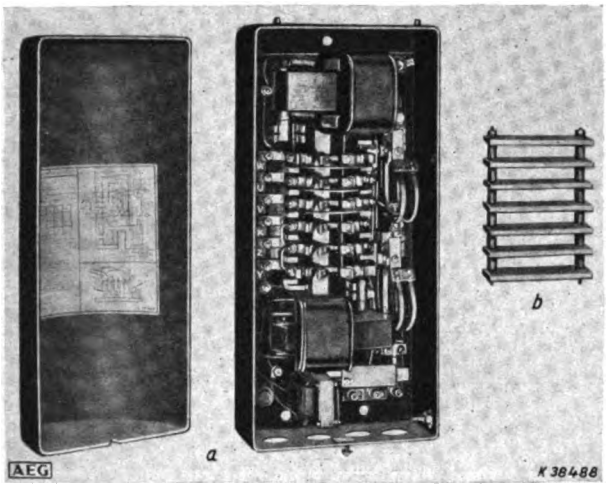
Fernbetätigte Stern-Dreieckschalter SDF.

Mitteilung der AEG.

Der Stern-Dreieck-Fernschalter[1]) Form SDF (Abb. 1) ist für 25 A, 500 V ausgelegt. Durch die Wahl entsprechender Wärmeauslöser kann der Schalter für alle Stromstärken von 1 A bis zu seiner Nennstromstärke verwendet werden. Das Gerät ist als unverklinkter Luftschalter ausgeführt. (Entsprechende größere Geräte[1]) bis 110 A werden als Oelschalter Form MSBO/SD gebaut.)

Der Schalter SDF ist vor allem bestimmt zur Verwendung als ferngesteuerter Stern-Dreieckschalter für Kurzschluß- bzw. Doppelnut-Läufer-Motoren bis zur Größe von etwa 20 PS bei 500 V oder 16 PS bei 380 V. Für die Betätigung dienen in der Regel Doppel-Druckknopfschalter.

Die Wirkungsweise des Schalters ist aus dem Schaltbild (Abb. 2) ersichtlich. Durch den „Ein"-Druckknopf erhält der Schaltmagnet 1 für Sternschaltung



a = Stern-Dreieckschalter SDF, b = Poltrennwände.
Abb. 1. Fernbetätigter Motorschutz-Stern-Dreieckschalter SDF.

Strom. Gleichzeitig mit den Kontakten für die Sternstellung wird der Selbsthaltekontakt 4 geschlossen. Ferner wird durch den Heizumspanner 7 das Zeitelement 8 beheizt. Dieses Element besteht in der Hauptsache aus einem Bimetallstreifen. Dieser biegt sich mit zunehmender Erwärmung immer stärker durch und schließt nach Ablauf der zwischen 7 und 12 s einstellbaren Anlaufzeit den Stromkreis des Schaltmagneten 2 für die Dreieckschaltung. Der Schaltmagnet bewirkt die Schnellumschaltung auf die Dreieckstellung. Hierbei werden die Unterbrecherkontakte 3 für den Sternschaltmagneten und 6 für das Zeitelement geöffnet. Ferner wird der Selbsthaltekontakt 5 des Dreieckschaltmagneten geschlossen. Die gemeinsame Rückleitung der beiden Steuermagnete 1 und 2 ist über den als Ruhekontakt ausgebildeten „Aus"-Druckknopf geführt. Hierdurch ist eine Ausschaltung auch in jedem Augenblick während des Anlaufs ermöglicht.

Der Schalter wird üblicherweise in Stahlblechgehäuse geliefert (Schutzart P 30), das Schutz bietet gegen Berührung spannungführender Teile in jedem Fall und gegen das Eindringen groben Staubes, jedoch nicht gegen Wasser. Auf besonderen Wunsch kann der Schalter auch in Gußgehäuse als Form ASDF geliefert werden.

Die Grundplatte des Schalters besteht aus zähem Isolierstoff. Die dem Verschleiß unterworfenen Teile des Schalters sind leicht auswechselbar. Die Kontakte sind bei einer Schalthäufigkeit bis zu 30 Schaltungen in der Stunde auszuwechseln nach 20 000 Schaltungen bei einem Motornennstrom von 25 A, bzw. nach 100 000 Schaltungen bei einem Motornennstrom von 15 A.

[1]) Siehe auch AEG-Druckschrift Sa/V 40 Ds.

Die Anordnung der Kontakte zeigt Abb. 3. Sie sind als Druckkontakte ausgebildet und aus schwer oxydierendem Metall hergestellt. Die biegsamen Anschlüsse f für die beweglichen Kontaktstücke a sind zur Erzielung einer geringen Baulänge unter den feststehenden Kontaktstücken b hindurchgeführt. Die blanken Verbindungsleitungen g bilden einen Schutz gegen herausschlagende Lichtbogen. Durch doppelte

1 = Schaltmagnet für die Sternschaltung,
2 = Schaltmagnet für die Dreieckschaltung,
3 = Unterbrecherkontakt für den Sternschaltmagnet,
4 = Selbsthaltekontakt für den Sternschaltmagnet,
5 = Selbsthaltekontakt des Dreieck-Schaltmagneten,
6 = Unterbrecherkontakt für Zeitelement,
7 = Heizumspanner für Zeitelement,
8 = Zeitelement für die selbsttätige Umschaltung,
9 = Wärme-(Bimetall-)Auslöser,
10 = getrennter Druckknopfschalter,
11 = Vorsicherungen.

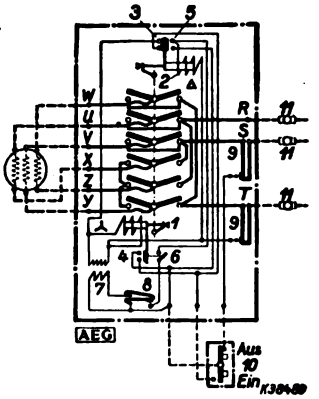


Abb. 2. Schaltbild.

Unterbrechung in jedem Pol wird jedoch fast vollkommen lichtbogenfreies Schalten erreicht, d. h. die Löschung des an sich unvermeidlichen Lichtbogens erfolgt innerhalb einer Halbperiode, bevor sich die Kontakte mehr als wenige Millimeter voneinander entfernt haben. Bei kleineren Strömen entstehen daher nur kleine Funken, während bei größeren Stromstärken kurze Ausbiegungen des Lichtbogens auftreten, die jedoch durch die Poltrennwände unschädlich gemacht werden. Die Kontaktdruckfedern c wirken gleichzeitig als Abdrückfedern, um ein Kleben der Magnete infolge Remanenz zu verhindern. Die Pole der Magnete sind so gestaltet, daß größtmögliche Geräuschlosigkeit erzielt wird.

Die Schaltmagnete verbrauchen beim Einschalten etwa 340 VA, beim Umschalten etwa 500 VA und zum Halten nur etwa 30 VA.

Die Schaltleistung beträgt 200 A bis 500 V. Zum Schutz gegen Kurzschlüsse sind dem Schalter Sicherungen[1]) oder ein Selbstschalter vorzuschalten, dessen Schnellauslöser höchstens auf 200 A eingestellt sind.

a = Bewegliche Kontaktstücke (leicht herausnehmbar),
b = Feststehende Kontaktstücke,
c = Kontaktdruckfeder,
d = Halter für a,
e = Schaltwelle,
f = Biegsame Anschlüsse zu a,
g = Blanke Verbindungsleitungen (Schutz gegen herausschlagende Lichtbogen).

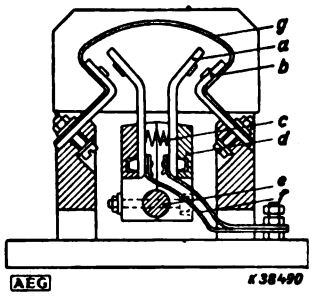


Abb. 3. Kontaktanordnung.

Für den Schutz gegen Ueberlastungen sind zwei einstellbare Wärme-(Bimetall-)Auslöser 9 vorgesehen, die durch unmittelbar angesetzte Kontakte den Stromkreis der Magnete öffnen. Für vollkommen selbsttätig arbeitende Anlagen, z. B. Pumpenanlagen mit Dauereinschalt-Kontaktgebung durch Schwimmerschalter, Druckschalter oder dgl. ist der Schalter aber ohne Wärmeauslöser zu verwenden. Für den Ueberstromschutz ist dann ein getrennter Ueberstromschalter vorzusehen.

Durch die Schnellumschaltung wird ein nennenswerter Abfall der Motordrehzahl vermieden, und die selbsttätige Umschaltung verbürgt ein einwandfreies Anlassen des Motors auch durch ungeschulte Kräfte.

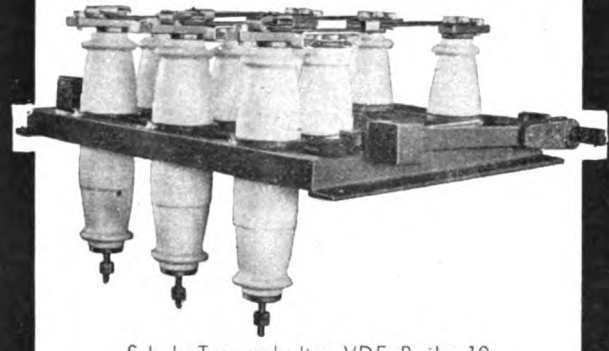
Digitized by Google

LINDNER

SCHUB-TRENNSCHALTER

die raumsparendsten Schalter ihrer Art!

Schub-Trennschalter VDE-Reihe 10
350 Amp. für Innenräume mit kittlosen Stützern



Schub-Trennschalter VDE-Reihe 10
200 Amp. für Innenräume mit kittlosen Stützern und Durchführungen

Für Betriebsspannungen bis 30 kV und Stromstärken bis 1000 Amp. überall bewährt

Lindner u. Co.
Jecha-Sondershausen

Elektrotechnische Zeitschrift

Für die Wissenschaftliche Leitung bestimmte Sendungen sind nicht an eine persönliche Adresse zu richten, sondern nur an die **Wissenschaftliche Leitung der Elektrotechnischen Zeitschrift**, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33, VDE-Haus. Fernsprecher: 34 19 55.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und bei Originalartikeln nur mit Genehmigung der Wissenschaftlichen Leitung und des Verlages gestattet.

SONDERDRUCKE werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgte Bestellungen von Sonderabdrucken oder Heften können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die Elektrotechnische Zeitschrift

erscheint in wöchentlichen Heften und kann im In- und **Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, ½-, ¼-, ⅛-seitige Anzeigen anteilig, desgleichen für Gelegenheitsanzeigen; für kleinere Größen bis herab auf eine $^1/_{64}$-Seite ebenfalls anteilig.

Rabatt: bei jährlich	3	6	13	26	52maliger Aufnahme
	3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung ebenfalls auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Anfragen und Sendungen für die Elektrotechnische Zeitschrift sind zu richten:

für Anzeigen oder sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22/24.

Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: Sammelnummer: 21 81 11.

Sämtliche in der ETZ besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle deutschen Buchhandlungen zu beziehen.

Bank- und Postscheckkonten

für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke:

Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8.

Postscheckkonto Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.

An die Verbandsmitglieder und Postbezieher der E. T. Z.

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Digitized by Google

Die Verriegelung der Trennschalter in Hochspannungsanlagen

Mitteilung der AEG.

Infolge der heute im Schaltanlagenbau fast allgemein eingeführten Druckluftsteuerung werden in den meisten Anlagen neben den Leistungsschaltern auch die Trennschalter unter Verwendung von Druckluftsteuergeräten betätigt. Die Steuerventile sind auf der Hoch-

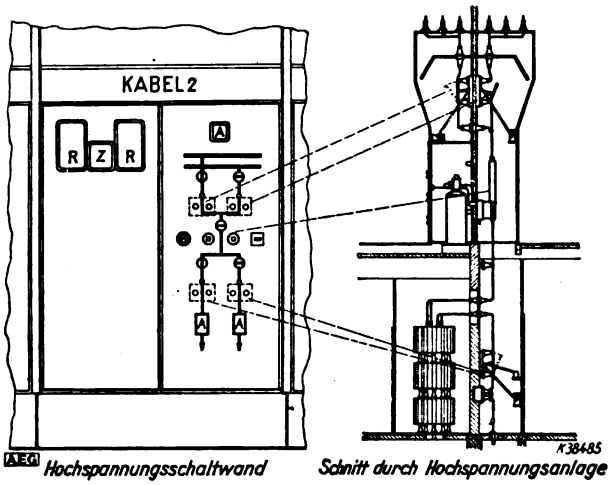


Abb. 1. Trennschaltersteuerung.

spannungs-Schaltwand (Abb. 1, links) innerhalb einer schaltbildartigen Darstellung der Hochspannungsanlage übersichtlich angeordnet.

Durch diese Zusammenfassung der Steuerorgane ist die Verriegelung der Hochspannungs-Trennschalter gegen Fehlschaltungen mit sehr einfachen Mitteln möglich geworden. Bekanntlich ist ein Hochspannungs-Trennschalter nicht zur Unterbrechung größerer Leistungen geeignet, und daher müssen die Verriegelungsanordnungen verhindern, daß ein Trennschalter unter Last geöffnet wird. Die Verriegelungsschaltung geht aus Abb. 2

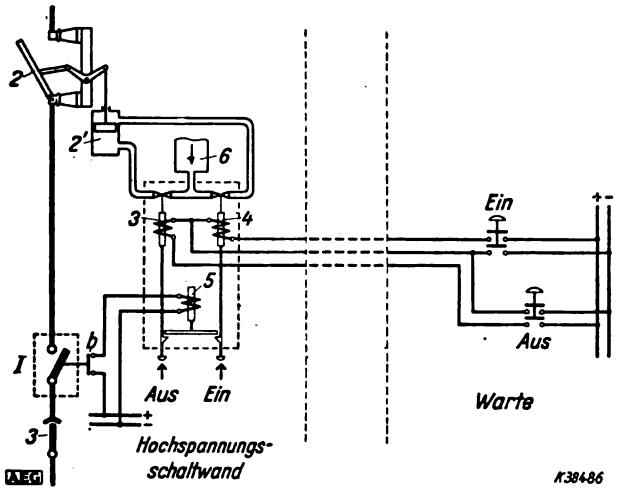


Abb. 2. Verriegelung von Trennschaltern.

hervor. In den meisten Anlagen ist neben der Steuerung der Trennschalter von der Hochspannungs-Schaltwand aus noch die Möglichkeit vorgesehen, die Trennschalter von der Schaltwarte aus zu betätigen. In diesem Falle ist es wesentlich, daß die Verriegelungsanordnung in beiden Fällen in Wirksamkeit ist, d. h. gleichgültig, ob die Betätigung des Trennschalters von der Hochspannungs-Schaltwand oder von der Warte aus vorgenommen werden soll. Wenn es sich beispielsweise darum handelt, daß ein Trennschalter 2 mit einem Leistungsschalter I in Reihe liegt (Abb. 2), dann muß verhindert werden, daß der Trennschalter betätigt werden kann, wenn der Leistungsschalter I eingeschaltet ist. Zu diesem Zweck sind die Steuerventile, die sich auf der Hochspannungsschaltwand befinden, mit einem Verriegelungsmagneten 5 ausgerüstet, der im stromlosen Zustande die Betätigung des Trennschalters durch eine mechanische Sperrklinke verhindert, unabhängig davon, ob die Steuerung des Trennschalters 2 durch mechanisches Niederdrücken der mit Pfeilen versehenen Druckknöpfe oder durch Betätigen der elektrischen Druckknöpfe in der Schaltwarte erfolgt. Für diese elektrische Betätigung sind die kleinen Steuerspulen 3 und 4 vorgesehen. Durch Oeffnen der Steuer-

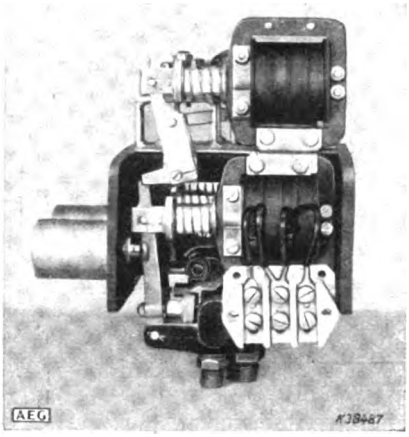


Abb. 3. Steuerventil mit Sperrmagnet.

ventile wird eine Verbindung zwischen dem Druckluftkessel 6 und dem Antriebskolben 2' im einen oder anderen Sinne so hergestellt, daß der Trennschalter 2 ein- oder ausgeschaltet wird. Die beiden Steuerspulen 3 und 4 sowie die Verriegelungsspule 5 und die mit Pfeilen versehenen Druckknöpfe sind zu einem kleinen Steuergerät zusammengebaut (Abb. 3). Diese Geräte sind, wie aus Abbildung 1 hervorgeht, auf der Hochspannungs-Schaltwand vereinigt. Auf diese Weise kann die Verriegelungsanordnung einfach und übersichtlich aufgebaut werden und jeder Schaltwärter ist leicht imstande, die Verriegelungsanordnung auf richtiges Arbeiten nachzuprüfen. Der Verriegelungsmagnet ist ein Ruhestrommagnet mit einem kleinen Leistungsverbrauch. Wenn es sich um die Sammelschienen-Trennschalter eines Doppel-Sammelschienensystems handelt, ist es sehr einfach möglich, die Verriegelung der Trennschalter über den Querkuppelschalter vorzunehmen. Dann sind die Trennschalter auch verriegelt, wenn der Betrieb von einem Sammelschienensystem auf das andere übergeschaltet werden muß.

Digitized by Google

Stellengesuche

Zähler-Techniker 35 Jahre, seit 12 Jahren in größ. Elektrizitätswerk im Ausland als Leiter der Zählerabteilung tätig, sucht entsprechende Stellung in Deutschland. Derselbe ist vertraut mit allen Arbeiten an Meßinstrumenten, Wandlern usw., ferner mit der Überwachung von Relais- u. Fernsprechanlagen. Offert. mit Gehaltsangabe erbet. an **A. Oehling, Frankfurt a. M.**, Wielandstr. 50. [246]

Elektro-Ing.

24 Jahre alt, gel. Elektroinstallateur, Werkmeisterprüfung, Führerschein 3, sucht Stellung in Prüffeld, Überlandzentrale oder als Betriebsassistent.
Angebote erbeten an
Werner Wagner, Teuchern, Pegauer Str. 8. [269]

Wir bitten bei Einkäufen und Bestellungen auf die

ETZ

Bezug zu nehmen!

Stellenangebote

Wir suchen zum baldigen Eintritt

Zählerprüfer

zur Prüfung von Wechsel- und Drehstromzählern. Bewerber mit guten Kenntnissen auf diesem Gebiet, die an zuverlässiges Arbeiten gewöhnt sind, wollen Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild einsenden.

Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk A.-G. Betriebsverwaltung Berggeist
Brühl (Bez. Köln). [273]

SIEMENS

Wir suchen zu baldigem Eintritt

Hoch- und Fachschulingenieure

für die Entwicklung und Projektierung von hochwertigen elektrischen Antrieben auf den verschiedensten industriellen Anwendungsgebieten. Spezialkenntnisse sind nicht Bedingung.
Zielbewußte Ingenieure, die befähigt sind, selbständig zu arbeiten und die Ihnen gestellten Aufgaben tatkräftig zu fördern, werden gebeten Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages unter Kennwort „AJ 310" zu richten an die [102]

Siemens-Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude

Elektro-Ingenieur (auch Anfänger) für Büro und Betrieb zum baldigen Eintritt gesucht. Schriftliche Bewerbungen erbeten an [259]
Fritz Werner AG., Berlin-Marienfelde

TELEFUNKEN

Wir suchen für den

Rundfunk-Empfängerbau

mehrere

Entwicklungs-Ingenieure

die an Hand gegebener Richtlinien befähigt sind, die elektrische Entwicklung von Rundfunkgeräten für Großfabrikation selbständig durchzuführen. Die physikalischen Grundlagen und neueren theoretischen Erkenntnisse der Hochfrequenztechnik müssen voll beherrscht werden, gleichartige oder ähnliche praktische Erfahrung ist erwünscht.

Bewerbungen für sofortigen oder späteren Eintritt sind mit handschriftlichem Lebenslauf, Angabe des Gehaltsanspruchs und frühestmöglichem Eintrittstermin zu richten an

Telefunken

Gesellschaft für drahtlose Telegraphie mbH.

Berlin SW 11, Hallesches Ufer 30 [267]

Wir suchen für unseren Außendienst tüchtige, auf dem Gebiet der Werbung erfahrene

Elektro-Ingenieure

Herren mit abgeschlossener Hochschulbildung, die in der Werbeabteilung eines Elektrizitätswerkes oder als Akquisiteur für eine elektrotechnische Installationsfirma erfolgreich tätig waren, gewandt im Auftreten und für die Übernahme von Vorträgen vor Fachleuten und Verbrauchern geeignet sind, wollen sich unter Einsendung eines selbstgeschriebenen Lebenslaufes mit Zeugnisabschriften und Lichtbild bewerben bei [248]

Arbeitsgemeinschaft zur Förderung der Elektrowirtschaft (A. F. E.), Berlin W 35, Buchenstraße 5

Wir suchen laufend

jüngere Elektro-Ingenieure

mit abgeschlossener Hochschul- oder Fachschulausbildung und guten Zeugnissen für unsere Verkaufsabteilung.

Arbeitsgebiet: Projektierung elektromotorischer Antriebe sowie Entwurf von Stromerzeugungs- und Umspannungsstationen, Ausarbeitung von Kostenanschlägen und Erledigung des Schriftwechsels mit der Kundschaft.

Handschriftliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe des Eintrittstermines sowie Gehaltsanspruch erbeten an das [265]

Sekretariat der Schorch-Werke Akt.-Ges., Rheydt.

Digitized by Google

Die elektrische Großküche.

Mitteilung der AEG.

Eine vollelektrisch ausgestattete Großküche läßt sich in baulicher und arbeitstechnischer Hinsicht stets zweckmäßig aufteilen, da sich die elektrische Energie leicht überall hinführen läßt. Die Geräte können nach allen Seiten gut gegen Wärmeverluste geschützt werden, so

Abb. 1. AEG-Küppersbusch-Kochtisch „Gastronom".

daß der Energieaufwand verhältnismäßig gering ist. Eine weitere Möglichkeit, den Betrieb sparsam zu gestalten, bietet die feine Regelbarkeit des Stromes.

Das wichtigste Elektrogerät für die Großküche ist der Herd, der heute vielfach als Kochtisch ausgebildet wird (Abb. 1). Er enthält eine Anzahl runder oder rechteckiger Kochplatten verschiedener Größe. Im Unterteil ist in der Regel eine Abstellfläche vorgesehen. Die Form des Herdes braucht keineswegs rechteckig zu sein; die ovale Form des AEG-Küppersbusch-Kochtisches „Gastronom" bietet in bezug auf Zugänglichkeit erhebliche Vorteile.

Zur Herstellung von Pfannengerichten dient die elektrische Kippbratpfanne. Da das Braten in der Regel nur wenige Minuten erfordern darf, muß auch das Anwärmen des Gerätes bis zur Brattemperatur in denkbar kurzer Zeit erfolgen. Bei der elektrischen Kippbratpfanne, System AEG-Küppersbusch, ist diese Forderung erfüllt; meist ist schon in der Zeit, in der die Zutaten herbeigeholt und vorbereitet werden, die erforderliche Temperatur erreicht.

Auch elektrische Brat- und Backöfen gehören zur Ausrüstung einer neuzeitlichen Großküche. Meist werden mehrere Muffeln übereinander angeordnet (Etagenbratöfen, Abb. 2 rechts). Bei diesen Geräten ist infolge der einfachen und genauen Regelbarkeit der Unter- und Oberhitze die Bedienung sehr angenehm.

Von den verschiedenen Ausführungen der Kochkessel (Abb. 2, im Hintergrund) sind besonders diejenigen beliebt, die nach dem Ankochen ein bedienungsfreies Fortkochen der Speisen ohne Anbrenngefahr ermöglichen. Dies sind vor allem die mittelbar, d. h. durch ein Wasser- oder Glyzerinbad beheizten Kochkessel. Durch kurze Ankochzeit und geringen Dauerstromverbrauch zeichnet sich der AEG-Küppersbusch-Elektrodenkochkessel aus. Der Übergang von der Ankochleistung zur Fortkochleistung erfolgt völlig selbsttätig.

Aehnlich gebaute Kessel, jedoch mit mittelbarer Beheizung durch Stabheizkörper, werden zur Bereitung von dünnflüssigen Speisen und von Heißgetränken (Kaffee, Tee usw.) benutzt. Für große Kochtöpfe, die in gefülltem Zustand nur mit Mühe auf den Herd gehoben werden können, werden zweckmäßig die sogenannten Elektrohocker verwendet; das sind leistungsfähige Kochplatten auf niedrigen Gestellen. Auf diese lassen sich auch schwere Kochtöpfe ohne Schwierigkeit heraufheben. Zum Warmhalten der Speisen und des Geschirrs dienen elektrisch beheizte Wärmeschränke und Anrichten.

Ergänzt werden diese Elektrogeräte durch elektrische Warmwasserbereiter, die beim Zurichten der Speisen und beim Geschirreinigen benötigt werden, ferner durch eine oder mehrere elektrisch beheizte Kaffeemaschinen und durch eine Elektrokühlanlage. Auch der elektrische Wandlüfter zum Abführen der Küchendünste, die vielseitig verwendbaren Küchenmotoren und neuzeitliche, zweckmäßige Leuchten sind hier zu erwähnen.

Alle AEG-Küppersbusch-Großküchengeräte sind so durchgebildet, daß sie bei Auswahl der richtigen Größe auch unbedingt wirtschaftlich arbeiten. Das Durchbraten

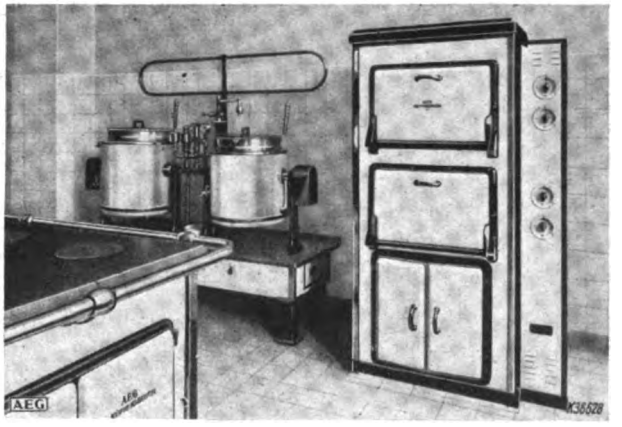


Abb. 2. AEG-Küppersbusch-Großküchengeräte in der SS-Reichsführerschule Dachau.

eines Fleischstückes erfordert z. B. je kg Gewicht nur etwa 0,3 kWh. Bei etwa 6 ··· 7 Portionen je kg bedeutet dies einen Aufwand von nur 0,04 ··· 0,05 kWh je Portion. Da Großküchenbetrieben stets günstige Strompreise eingeräumt werden, beträgt der Stromkostenanteil nur einen sehr geringen Bruchteil vom Verkaufswert des fertig gebratenen Fleischstückes.

Digitized by Google

MEHRERE
100 000 Schaltungen
ohne Auswechslung der Kontakte mit unseren-

LUFT-SCHÜTZEN
daher besonders geeignet zum An- u. Einbau f. Werkzeug-Holzbearbeitungs-Druckereimaschinen für Aufzugs-Hebezeug- und ähnliche Steuerungen— für große Schalthäufigkeit.

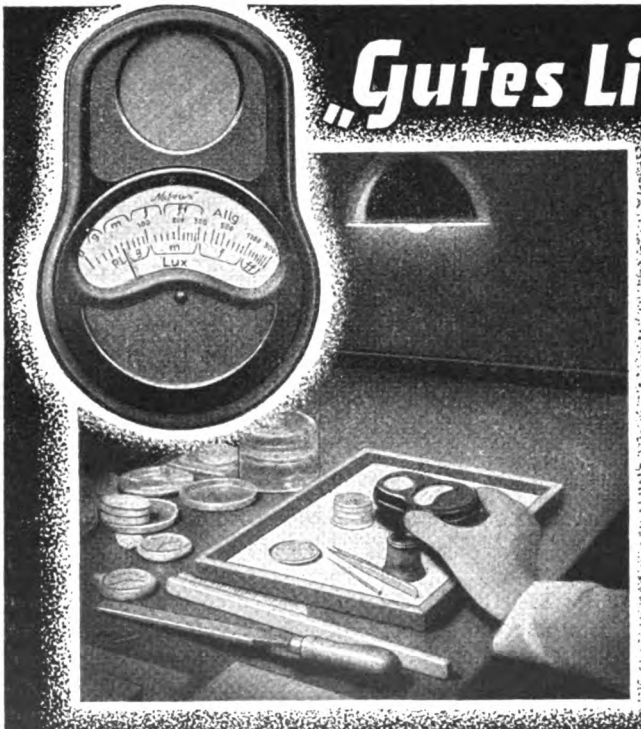
„RHEOSTAT"
DRESDEN·N23

ZIEHL-ABEGG
Spezialfabrik für elektrische Maschinen
Berlin-Weissensee

Hochspannungs-Gleichstrom-Maschinen
mit einem Kollektor bis
10000 Volt

Hoch- und Mittelfrequenz-Maschinen

„Gutes Licht - gute Arbeit"



Wie können Sie die an Ihrem Arbeitsplatz vorhandene Beleuchtungsstärke feststellen? Durch unseren neuen elektrischen rein objektiven
BELEUCHTUNGSMESSER
„Metruse"
mit seinem für alle vorkommenden Fälle ausreichendem Meßbereich von 0-3000 Lux
„Metruse"
der ideale u. billige Beleuchtungsmesser für:
- Jeden Elektro-Fachmann
- Jeden Licht-Spezialisten
- Jeden Leuchten-Fabrikanten
- Jeden Architekten
- Jeden Schaufenster-Dekorateur

RM. 25.20 ohne Ledertasche

METRAWATT
Aktiengesellschaft Nürnberg-O
Fabrik elektrischer Meßgeräte
Telegramme: Voltmeter Nürnberg
Verlangen Sie unsere Liste L 58/Mx.

Digitized by Google

Beachtenswerte Sonderausführungen von Trockengleichrichtern

Mitteilung der AEG.

Die Tatsache, daß die Verwendung des Trockengleichrichters in den letzten Jahren erheblich zugenommen hat, beruht vor allem darauf, daß diese Gleichrichterart einen sehr einfachen Aufbau aufweist und

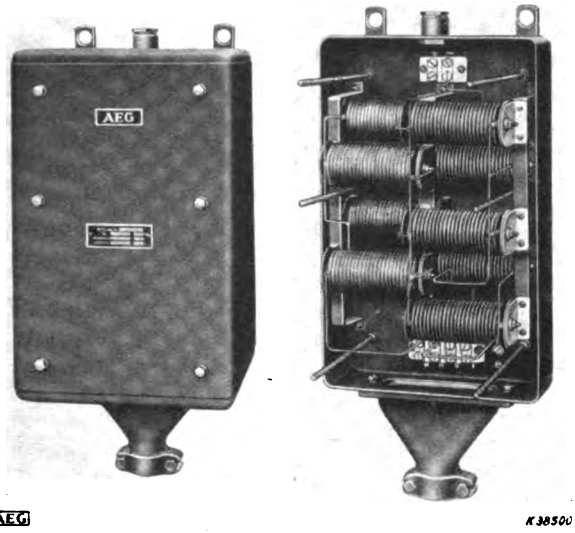


Abb. 1. Trockengleichrichter, vollständig gekapselt für direkten Drehstromanschluß, Gleichstromleistung 480 W dauernd, zur Speisung von Magnetscheidern in einem Kaliwerk.

damit unter anderem auch eine leichte Anpassungsmöglichkeit an gegebene Raumverhältnisse bietet. Darüber hinaus ist die mechanische Festigkeit eines Trockengleichrichters größer als bei den anderen Gleichrichterarten. Diese Eigenschaften in Verbindung mit vielen anderen Vorzügen, welche die Trockengleichrichter auszeichnen, haben das Anwendungsgebiet derart umfangreich gestaltet, daß heute neben den üblichen Geräten[1]) eine fast ebenso große Anzahl von Sonderausführungen angefertigt werden.

Abb. 2. Trockengleichrichter für Schiffsbetrieb, 85 V, 12 A, als Zusatzstromquelle für Batterieladung.

Abb. 1 zeigt einen in einem Unternehmen der Kali-Industrie arbeitenden, vollständig gekapselten Trockengleichrichter für direkten Anschluß an das Drehstromnetz von 380 V mit vollbelastbarem Nullpunkt. Ein Umspanner war in diesem Fall nicht erforderlich, da eine Gleichspannung von 230 V gefordert wurde, die sich bei Schaltung des Gleichrichtersatzes in dreiphasiger Einwegschaltung aus der vorhandenen Drehstromspannung ergibt. Das Gerät ist für eine Gleichstrom-Dauerleistung von 480 W bemessen und dient zur Speisung der Erregungsspulen von Magnetabscheidern.

Das in Abb. 2 wiedergegebene Gerät ist in einem Schiff eingebaut; es dient als Zusatzstromquelle für die Ladung einer Batterie in Verbindung mit einem Gleichstromnetz. Die Gleichstromleistung beträgt 85 V, 12 A. Neben den Schalt- und Ueberwachungsgeräten sind für die Reglung des Ladestromes ein Grobstufenschalter am Umspanner und ein Feinregelschalter in Form eines Gleitwiderstandes vorhanden. Im unteren Teil des Gerätes sind die Sicherungen für sämtliche ankommenden

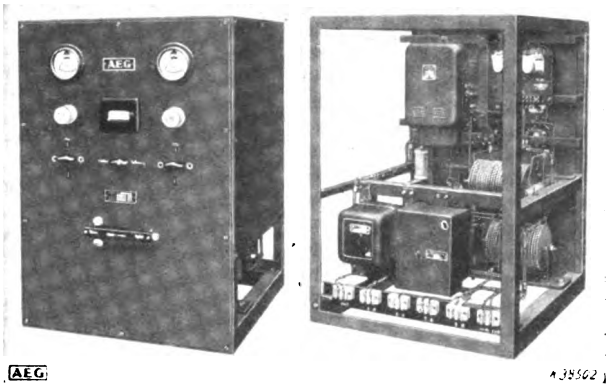


Abb. 3. Trockengleichrichter als selbsttätig arbeitende Stromlieferungsanlage für Notbeleuchtung, ausgelegt für eine 60-Zellen-Bleibatterie und einen Ladestrom von 4 A.

und abgehenden Leitungen, Haupt- und Hilfsleitungen untergebracht. Darunter befinden sich die hierfür bestimmten Kabelstopfbuchsen.

Der geringe Platzbedarf der hauptsächlichsten Gleichrichterteile, nämlich des Umspanners und des Elementesatzes, sowie ihre vielseitige Einbaumöglichkeit gestatten es, in einfacher Weise eine größere Anzahl von Schalt- und Ueberwachungseinheiten mit in den Gleichrichter einzubauen, so daß eine vollständige Stromlieferungsanlage entsteht. Abb. 3 zeigt z. B. einen Trockengleichrichter mit erweitertem Zubehör für die Speisung einer Notbeleuchtungsanlage unter Verwendung einer 60-Zellen-Bleibatterie. Das Gerät kann für selbsttätige Dauerladung und für gelegentliche Schnelladung umgeschaltet werden. Bei Dauerladebetrieb ist ein Spannungsüberwachungsrelais miteingeschaltet, welches dafür sorgt, daß die Batteriespannung nicht über 2,3 V je Zelle ansteigt. Für die Schaltung der Notbeleuchtung dient ein Wechselstrom-Unterspannungsrelais in Verbindung mit einem Schütz. Um die Betriebsicherheit der Anlage weiterhin zu erhöhen, enthält der Gleichrichter außerdem ein Signalrelais mit drei verschiedenen Schauzeichen, die den jeweiligen Betriebszustand kennzeichnen und damit, insbesondere bei Störungen, einen klaren Ueberblick über den Zustand der Anlage vermitteln.

[1]) S. auch AEG-Druckschrift Q/V 80.

Digitized by Google

Stellengesuche

Welches Versorgungsunternehmen sucht einen:

Tarif- und Werbefachmann?

Allererste Kraft, 41 Jahr, energisch, guter Organisator, in ungekündigter leitender Stellung in gleicher Eigenschaft als Oberingenieur in großem Versorgungsunternehmen tätig, sucht leitenden selbständigen Wirkungskreis. Angebote erbeten unter E. 332 an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Kabelwerke

Dipl.-Ing., 35 Jahre, mit vieljährigen Erfahrungen in der Kabeltechnik, Betrieb, Prüffeld, Wirtschaftsorganisation, Vertrieb, Werbung, zuletzt Behörde, guter Organisator, gewissenhafter Arbeiter, sucht sich in selbständige, aussichtsreiche Stellung zu verändern. [330]

F. Gundelach, Berlin-Frohnau, Alemannenstr. 27

Stellenangebote

Apparatefabrik in München sucht:

2 jüngere Ingenieure

flotte Zeichner, mit guten allgemeinen theoretischen Kenntnissen u. praktischer Veranlagung für Konstruktion elektr. Stark- und Schwachstromgeräte Bewerbungen mit Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften erbeten an

Schaltbau G. m. b. H., München 50, Schließfach 165. [299]

Wir suchen zum Eintritt auf 1. Dezember oder 1. Januar für unsere Werbeabteilung eine

Haushaltberaterin

die möglichst schon in gleicher Eigenschaft tätig war. Erwünscht sind völlige Beherrschung der Elektroküche, Vortragstalent, sicheres Auftreten und ev. Kenntnisse im Maschinenschreiben. Lehrküche und Ausstellungsraum vorhanden. Gefl. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lichtbild und Gehaltsansprüchen erbeten an

Elektrizitätswerk Heilbronn a. N.
[297] Adolf-Hitler-Allee 20.

Wir suchen:

ELEKTRO-INGENIEUR

zum Projektieren und Ausführen von Schaltstationen für Hoch- und Niederspannung.

Angebote mit Gehaltsansprüchen erbeten an:

E. NEUMANN, Hochspannungs-Apparate G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 5, Spandauer Str. 10a/11. [295]

Elektro-Ingenieur

Dipl.-Ing. oder Fachschulbildung, zur Unterstützung unseres Oberingenieurs und Führung unserer modernen Dampf-Kraft-Zentrale, sowie Überwachung unserer elektr. Werksanlagen zum **baldigen Eintritt** gesucht. Mindestens zweijährige Praxis und wärmewirtschaftliche Schulung erforderlich.

Angebote mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild und Referenzen sowie Gehaltsansprüchen erb. an:

Gebr. Giulini G. m. b. H., Chem. Fabrik, Ludwigshafen a. Rh.-V. [324]

Wir suchen für möglichst raschen Eintritt einen tüchtigen, strebsamen

ersten Konstruktions-Ingenieur

für Hoch- und Niederspannungsapparate mit guter Prüffeldpraxis. CONCORDIA Gesellschaft m. b. H. Stuttgart, Moerikestraße 67 [331]

Gesucht wird für die Maschinen- und Baudirektion des Betriebsamtes zum Antritt am 1. 11. 1937 ein **Elektro-Ingenieur** mit abgeschlossener Mittelschulbildung, der mehrjährige Erfahrungen im Bau von Niederspannungsanlagen (Verteilung, Kraft und Licht) hat. Die Anstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag mit Lebensversicherung. Gesuche mit Lebenslauf, politischem Werdegang, Zeugnisabschr., Lichtbild und Gehaltsanspr. sowie Nachweis über arische Abstammung — auch der Ehefrau — sind bis zum 15. 10. 1937 einzureichen an den **Oberbürgermeister der Stadt Leipzig, Betriebsamt**, Personalabteilung, Leipzig C 1, Brühl 80 II. [314]

Konstrukteur und techn. Zeichnerin

für feinmech. elektr. Apparate für ausbaufähige Dauerstellung mit guter Bezahlung für sofort gesucht von Apparatebau Gesellschaft Neumann & Borm, Berlin W 35, Bülowstraße 56. [327]

Junger Elektro-Techniker [303]

zur Unterstützung des Elektro-Sachbearbeiters für Großbauvorhaben gesucht.

Praktische Erfahrung in Installationstechnik, Freileitungsbau. Berliner Bewerber bevorzugt. Arische Abstammung, Straflosigkeit, politische Zuverlässigkeit sind Bedingung. Bewerbungen mit Zeugnisabschriften, Lebenslauf und Lichtbild umgehend an: **Bauleitung Lankwitz, Lerbacher Weg.**

Für die Entwicklung neuer elektrischer Meßgeräte

Schwachstrom-Ingenieur m. abgeschlossener Hochschul- oder Fachschul-Ausbildung gesucht. Ausführl. Bewerbungen mit handschr. Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschr. unter Angabe der Gehaltsforderung und des frühest. Eintrittstages an

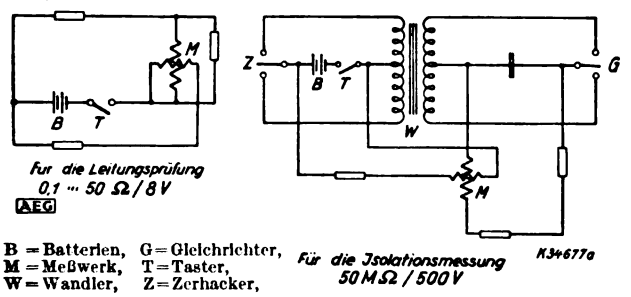
[302] Dr.-Ing. Hans Rumpff, Bonn a. Rh.

Digitized by Google

Isolationsmesser mit Umformer

Mitteilung der AEG.

Für das Laboratorium, für Werkstatt und Montage hat die AEG einen neuen Isolationsmesser mit Umformer herausgebracht, der vielseitig verwendbar und bequem zu handhaben ist. Er bietet die Annehmlichkeit, außer den üblichen Isolationsmessungen mit 500 V Meßspannung auch noch Widerstandsmessungen für Ohmwerte von 0,1 ··· 50 Ω zu ermöglichen. Er ist also eine Vereinigung von Isolationsmesser und Leitungsprüfer in einem Gerät. Nach Anschluß des unbekannten Widerstandes genügt die Betätigung eines Druckknopfes, und der Meßwert wird bei der Isolationsmessung in MΩ und bei der Leitungsprüfung in Ω zuverlässig auf einer großen, übersichtlich geteilten Skala angezeigt.



B = Batterien, G = Gleichrichter,
M = Meßwerk, T = Taster,
W = Wandler, Z = Zerhacker,

Abb. 1. Grundsätzliches Schaltbild.

Die Wirkungsweise des neuen Gerätes geht aus dem grundsätzlichen Schaltbild (Abb. 1) hervor. Als Spannungsquelle dienen zwei handelsübliche Taschenlampenbatterien in Hintereinanderschaltung. Durch Betätigung des mit „Megohm" bezeichneten Druckknopfes wird ein kleiner Motor in Gang gesetzt, der einen umlaufenden Unterbrecher antreibt. Durch diesen Unterbrecher wird der Batteriegleichstrom zerhackt; die entstehenden Gleichstromstöße werden in einem Umspanner auf höhere Spannung gebracht. Diese hohe Spannung wird dann durch einen umlaufenden Gleichrichter, der mit dem Zerhacker gleichläuft, wieder gleichgerichtet und durch einen Kondensator geglättet. Auf diese Weise entsteht aus der Spannung von 8 V der beiden Taschenlampenbatterien eine Gleichspannung von 500 V, mit der die Isolationsmessungen durchgeführt werden. Diese Spannung ist so gut wie oberwellenfrei, da die überlagerte Wechselstromkomponente nur 1% der gesamten Spannung beträgt. Scharfe Spannungsspitzen, welche die Isolation unzulässig beanspruchen und unter Umständen zu einem ungewollten Isolationsfehler führen, sind also nicht vorhanden, und die erzeugte Spannung wird voll für die Anzeige ausgenutzt.

Die Abhängigkeit der Spannung von dem angeschlossenen Isolationswiderstand zeigt Abb. 2. Dieser Kurve ist zu entnehmen, daß bei Belastung mit 1 MΩ die Meßspannung 500 V beträgt, daß aber auch noch beim Isolationswiderstand von 220 000 Ω die Messung mit einer Spannung von etwa 335 V durchgeführt wird. Der Isolationswiderstand einer Anlage ist infolge des Feuchtigkeitsgehalts, Teildurchschlägen sowie elektrolytischen Vorgängen abhängig von der angelegten Spannung. Abb. 2 zeigt demnach, daß mit dem Gerät bei den üblichen Starkstromanlagen mindestens mit der Betriebspannung gemessen werden kann, und zwar unabhängig von der Arbeitsweise des Messenden.

Das Anzeigegerät hat ein spannungsunabhängiges T-Spulmeßwerk, so daß etwaige kleine Spannungsschwankungen auf das Meßergebnis keinen Einfluß haben.

Bei der Isolationsmessung sind bei einem äußeren Widerstand von 1 MΩ die beiden Batterien mit 400 mA belastet. Dieses entspricht ungefähr dem doppelten Verbrauch einer gewöhnlichen Taschenlampen-Glühlampe, woraus sich ein Rückschluß auf die Betriebsdauer des Gerätes ziehen läßt. Die Dauer der Verwendbarkeit der Batterien hängt natürlich in weitem Maße von der Art des Betriebes ab. Bei ununterbrochenem Betrieb ist die Batterie verhältnismäßig schnell erschöpft, da die Kapazität unter diesen Umständen nur 0,5 Ah und damit die Betriebszeit nur etwa 1 h beträgt. Wird jedoch das Gerät immer nur stoßweise eingeschaltet, wie es im Betrieb geschieht, so steigt die Batteriekapazität ungefähr auf das Drei- bis Vierfache, und bei gewöhnlicher Benutzungsdauer und Benutzungshäufigkeit haben die beiden Batterien eine Lebensdauer von etwa 2 ··· 3 Monaten.

Um eine Kontrolle zu haben, wann die Batterien ausgetauscht werden müssen, wird dem Gerät eine ansteckbare Glimmlampe mitgegeben, die im Batterieraum des Isolationsmessers stets griffbereit untergebracht ist. Die Widerstände dieses Glimmlampenprüfers sind so abgeglichen, daß der Hochvoltkreis mit 1 MΩ belastet ist. Ist bei dieser Belastung die Spannung an den Prüfklemmen kleiner als 450 V, so leuchtet die Glimmlampe nicht mehr auf, und die Batterien müssen ausgewechselt werden.

Für die Widerstandsmessung von 0,1 ··· 50 Ω wird durch Drücken des entsprechenden Knopfes der Umformer abgeschaltet und die Batteriespannung unmittelbar für die Messung benutzt. Die Vereinigung des Isolationsmessers mit einem Leitungsprüfer ist für Montagezwecke eine sehr vorteilhafte Lösung, mit der beispielsweise unzulässige Uebergangswiderstände an Stöpselsicherungen oder in Abzweigdosen sowie Kurzschlüsse schnell und bequem gemessen werden können und aus der Messung auch der Fehlerort angenähert bestimmt werden kann.

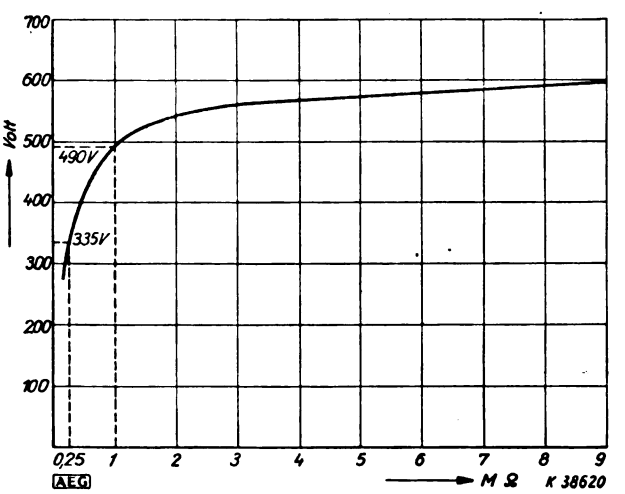


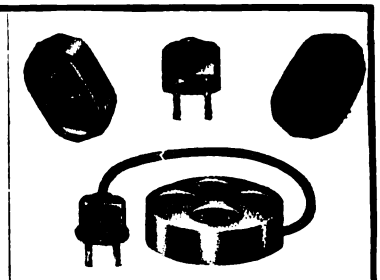
Abb. 2. Klemmenspannung in Abhängigkeit von dem angeschlossenen Isolationswiderstand.

Die Vorteile des neuen Gerätes gegenüber den gebräuchlichen Isolationsmessern mit Kurbelinduktor liegen darin, daß zum Messen lediglich eine Druckknopfbetätigung erforderlich ist und daß stets eine gleichbleibende Meßspannung vorhanden ist. Beim Drehen des Kurbelinduktors ist dagegen die Meßspannung abhängig von der Drehgeschwindigkeit. Diese beiden Vorteile erlauben Messungen an schwer zugänglichen Stellen und schnelle Reihenprüfungen durch eine ungeschulte Arbeitskraft ohne fremde Hilfe; sie geben die Sicherheit, daß das Meßergebnis richtig ist und die Messung zuverlässig durchgeführt wurde.

Digitized by Google

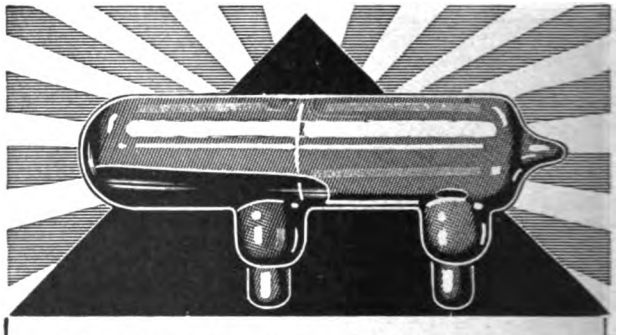
Weston-UND EIGENE MESSGERÄTE
EZ
Ing. Edmund Zierold-Berlin

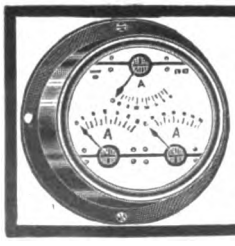
SILBERLOTE
SIND JETZT SO BILLIG
geworden, daß jeder Qualitätsarbeiter sie verwenden kann und verwenden wird.
DR. TH. WIELAND
Pforzheim
Gegründet 1871

Gerätesteckdosen
Kupplungen
Lichtdrücker
Steckdosen
Stecker
Steckerfassungen
Schalter
Zwischenschalter

'POLDI' Buchleuchten
LEOPOLD KOSTAL, LÜDENSCHEID
ELEKTROTECHN. SPEZIAL-FABRIK

Für den Kranbau
Kontroller (Wendesteuerwalzen)
Widerstände
Endausschalter
Bremslüftmagnete
CRUSE Schalt- und Steuerapparate
Gebr. Cruse & Co. Dresden N 30

Sächsische Dynamobürsten-Fabrik
Franz Kostorz Heidenau-Sa 8
Filiale: Berlin W 9, Columbushaus
Dynamobürsten
Bürstenhalter
Kontaktteile
Kohleringe
Bestens bewährte Qualitäten!
Fachmännische gewissenhafte Bedienung!
Günstige Preise!
Kurze Lieferzeiten!


Quecksilberschaltröhren in allen Ausführungen
W. GÜNTHER, NÜRNBERG/S
Spezial-Fabrik für Quecksilber-Schaltröhren


Durch große Serienfabrikation
alle normalen Schalttafel-Instrumente
sofort ab Lager lieferbar
Anerkannt hohe Präzision! Sehr gute Referenzen! Lagerliste anfordern!
A. METZKE Fabrik für Meßtechnik Niederzwehren-Kassel 20
Tüchtige Fachvertreter gesucht

Digitized by Google

Ein neues Frequenzdifferenz-Regelrelais für selbsttätige Steuerungen.

Mitteilung der AEG.

In vielen Starkstrombetrieben besteht die Aufgabe, zwei Frequenzen gleichzuregeln, z. B. wenn ein Stromerzeuger mit dem Netz parallelgeschaltet werden soll. Beim Grobsynchronisieren genügt eine annähernde Angleichung der Frequenzen. Bei der üblichen Feinsynchronisierung ist dagegen eine sehr genaue Einreglung erforderlich. Während man auch in handbedienten Anlagen den Leistungsschalter nach Erreichen des Synchronismus oft mit einem selbsttätigen Parallelschaltgerät (Synchronisator) einschaltet, wurde bisher der eigentliche Regelvorgang dem Schaltwärter überlassen, der mittels Betätigungsschalter von der Warte aus den Drehzahlverstellmotor der Turbine entsprechend beeinflußt. Das neue Frequenzdifferenzrelais der AEG kann die selbsttätige Einsteuerung der Maschine in die richtige Drehzahl übernehmen, während die Einschaltung des Leistungsschalters nach wie vor dem Synchronisator überlassen bleibt. Es wird vor allem in bedienungslosen Anlagen verwendet und ist für Maschinengrößen bis zu 40 000 kVA seit Jahren in Betrieb. Auch für sonstige Steuerungen in bedienten Anlagen kann es zur Entlastung des Bedienungspersonals benutzt werden.

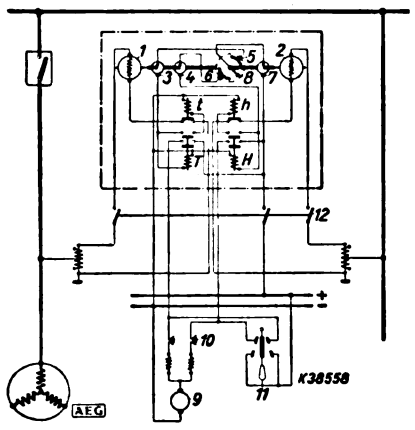


Abb. 1. Schaltbild

Das Relais besteht aus zwei kleinen einphasigen, verstärkten Uhren-Synchronmotoren 1 und 2 (Abb. 1) mit je 10 VA Aufnahme, die z. B. einerseits an den Sammelschienen- und anderseits an den Maschinen-Spannungswandler der parallelzuschaltenden Maschine angeschlossen werden. Die Umdrehungszahl des einen Motors ist daher der Netzfrequenz, die andere der Maschinenfrequenz verhältnisgleich. Mit jedem Motor ist über entsprechende Zahnradvorgelege je eine Hohlwelle gekuppelt, die wiederum auf einer feststehenden Welle drehbar gelagert sind. An der zum Stromerzeuger gehörigen Hohlwelle befinden sich zwei Schleifringe 3 und 4 mit feststehenden Bürsten, die mit zwei weiteren Bürsten 5 und 6 leitend verbunden sind. Diese Bürsten laufen mit der gleichen Drehzahl um wie die Hohlwelle des am Stromerzeuger liegenden Synchronmotors 1.

Auf der Netzseite befindet sich ein Schleifring mit feststehender Bürste 7 sowie ein vom Netzsynchronmotor 2 angetriebener Kontaktarm 8. Außerdem enthält das Relaisgehäuse zwei kleine Relais mit Kupferring-Abfallverzögerung h und t, die zur Unterteilung der Regelimpulse dienen, ferner zwei kleine Schaltschütze H und T, die den mit zwei Feldern ausgerüsteten Drehzahlverstellmotor 9 über die Endkontakte 10 steuern. Dieser Motor kann auch durch Betätigungsschalter 11 geschaltet werden. Zur Einschaltung des Regelrelais dient der Drehschalter 12 oder ein beliebiges, durch Fernsteuerung oder durch eine selbsttätige Schaltfolge betätigtes Zwischenrelais.

Wenn der Stromerzeuger anläuft, ist die Netzfrequenz höher als die Stromerzeugerfrequenz. Der Netzmotor 2 läuft schneller als der Maschinenmotor 1, und der Kontakt 8 holt die mit Maschinenfrequenz umlaufende Bürste 6 ein. Durch die Kontaktgabe zwischen dem Arm 8 und dem einstellbaren, kreissegmentartig gezeichneten Schleifring, der mit der Bürste 6 zusammen umläuft, zieht das Schütz H an und steuert den Drehzahlverstellmotor 9 im Sinne der Beschleunigung des Stromerzeugers. Gleichzeitig zieht das Relais h an und unterbricht die Stromzuführung zu dem bisher schneller laufenden Netzmotor 2, der mittels des Kontaktarmes 8 die Bürste 6 elastisch mitgenommen hatte. Da der Netzmotor jetzt stillgesetzt wird, läuft der Maschinenmotor 1 vor und hebt die Kontaktgabe am Kontakt 8 wieder auf. Die Relais H und h fallen ab, und der Netzmotor läuft wieder an. Läuft er immer noch schneller als der Maschinenmotor 1, so kommt es zur erneuten Kontaktgabe zwischen 8 und 6, d. h. das Spiel wiederholt sich von neuem, bis Netzmotor und Maschinenmotor gleichschnell laufen. — Aus der beschriebenen Wirkungsweise ergibt sich, daß die Kontaktgabe der Steuerschütze sehr schnell erfolgt, wenn die Frequenzabweichung zwischen Maschine und Netz groß ist, daß dagegen die Steuerimpulse immer seltener werden, je mehr sich die Frequenzen angeglichen haben. Die Taktzahl ist dem Frequenzunterschied verhältnisgleich. Die Länge der jeweiligen Kontaktgabe ist durch die Abfallverzögerung der Relais h und t bedingt. Die Einsteuerung der Maschine erfolgt innerhalb kürzester Zeit asymptotisch, Ueberreglungen werden vermieden. Die Reglung in der anderen Richtung erfolgt in entsprechender Weise.

Läßt man dem Relais genügend Zeit, so wird der zuzuschaltende Stromerzeuger so lange gesteuert, bis der Drehzahlunterschied zum Netz vollkommen verschwunden ist. Das auf dem Vergleich der Drehzahl von zwei kleinen Synchronmotoren beruhende Gerät weist keinerlei „Ansprechfehler“ auf. — Handelt es sich um das Grobsynchronisieren einer großen Maschine — bei kleinen Maschinen ist zum Grobsynchronisieren eine derartige Einsteuerung nicht erforderlich —, so kann durch ein entsprechendes, hier nicht gezeichnetes Zusatzgerät die Einschaltung des Leistungsschalters innerhalb einer bestimmten Bandbreite des Frequenzbandes vorgenommen werden. Liegt eine Feinsynchronisierung vor, so schaltet der Leistungsschalter ein, wenn auch Spannung und Phasenlage übereinstimmen. Auf die Einsteuerung der Spannung ist hier nicht weiter eingegangen. Die richtige Phasenlage wird bei kleinen Frequenzschwankungen im Netz oder an der Maschine meist von selbst erreicht. Für den seltenen Fall, daß Netz und Maschine mit genau gleicher Frequenz, aber abweichender Phasenlage laufen sollten, so daß das von der Phasenlage unabhängige Differenz-Frequenzrelais keinen weiteren Regelimpuls gibt, kann ein zusätzliches Zeitrelais angeordnet werden, das z. B. den Netzmotor 2 kurzzeitig unterbricht, wenn innerhalb der eingestellten Zeit weder ein Regelimpuls noch die Einschaltung des Leistungsschalters erfolgt ist. Hierdurch wird das Frequenzdifferenzrelais zum erneuten Eingreifen gebracht und auch die richtige Phasenlage erreicht.

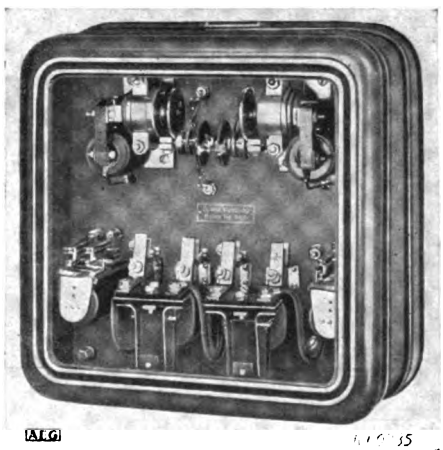


Abb. 2. Frequenzdifferenz-Regelrelais

Digitized by Google

... und gerade deswegen

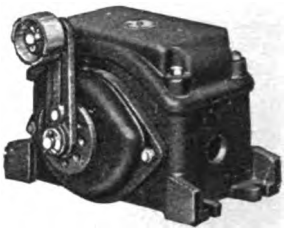
hat sich das Gossen-Universal-Mavometer in der Praxis so außerordentlich bewährt!
Die Widerstände zur Erweiterung der Strom- und Spannungsmeßbereiche können jederzeit nachbezogen werden. Und dazu ist der Anschaffungspreis dieses wundervollen Präzisionsinstrumentes für Jeden erschwinglich.

Verlangen Sie die rote Liste vom Hersteller:

Bremslüftmagnete
für
Gleich- und Drehstrom

Mitteldeutsche
Schaltapparate-
Gesellschaft m. b. H.
Eisenach-7

End-ausschalter
gußgekapselt
mit Spindel- u. Rollenhebelantrieb, bis 400 Amp. f. jeden Zweck, luft- und ölschaltend



ROME
Spezialfabrik elektrischer Schaltapparate
BERLIN N 20 E.

WIDERSTANDSMATERIAL
VDW SCHWERIE
DIN VDE 6461, WM 110, WM 100, WM 50, WM 43

Ia Ia	0,48–0,50 Ohm
Nickelin I	0,41–0,43 Ohm
Neusilber 2a	0,36–0,38 Ohm
Chromnickelstahl	0,88 Ohm
Chronin 85	0,85 Ohm (techn. eisenfrei)
Chronin 100	1 Ohm (techn. eisenfrei)
Ferrochronin	1,10 Ohm

Für Thermoelemente:
Ia Ia, Nickel C, Chronin 85
liefert seit Jahrzehnten in anerkannter Qualität

VEREINIGTE DEUTSCHE NICKEL-WERKE A.-G.
vormals
Westfälisches Nickelwalzwerk Fleitmann, Witte & Co.
SCHWERTE (RUHR)

CuFS
Verlangen Sie unsere Listen
C. & F. Schlothauer G. m. b. H., Ruhla/Thüringen

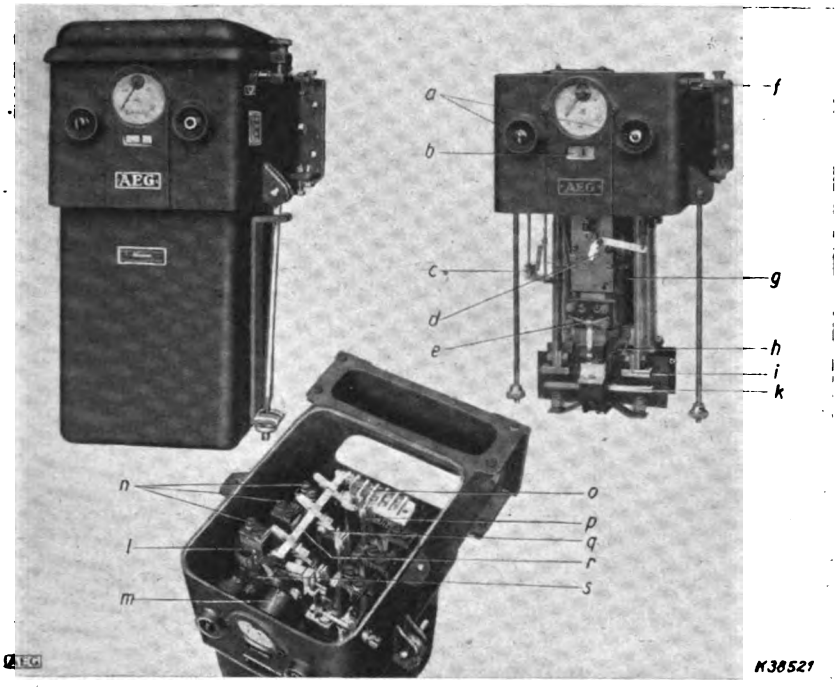
Digitized by Google

Motorschutz-Ölfernschalter MSBO 125

Mitteilung der AEG

Der Motor-Schutzschalter mit Bimetall-Auslösern in Oelschalter-Ausführung, Form MSBO 125[1]) (Abb. 1) ist für 125 A, 500 V Drehstrom ausgelegt. Durch entsprechende Wärmeauslöser läßt sich der Schalter Nennstromstärken von 40 bis 125 A anpassen.

Der für Fernbetätigung eingerichtete Schalter ist vor allem für motorische Antriebe sowie für solche Stellen bestimmt, an denen ein Hochleistungs-Schutzschalter mit kleinen Abmessungen verlangt wird.



a = Betätigungsdruckknöpfe
b = Anzeigevorrichtung für die Schaltstellungen
c = Auslöse-(u. Wiedereinschalf-Sperr-) Kontakt
d = Verklinkung der Auslöser-Sperrung
e = Selbsthaltekontakt
f = Sperrlöseknopf
g = Schaltmagnet (Zug- und Haltespule)
h = Anker
i = feste Kontaktstücke
k = bewegliche Kontaktstücke
l = Ringstromwandler
m = Strommesser
n = Netzanschlußklemmen
o = Anschlußklemmen f. Steuer- u. Hilfsleitungen
p = Wärme-(Bimetall-)Auslöser
q = Exzenterscheibe zur Einstellung von p
r = Auslösewelle
s = Auslösestange (Übertragung nach c)

Abb. 1. Motorschutz-Ölfernschalter MSBO 125

Den Aufbau des Schalters zeigt Abb. 1. Die Wirkungsweise ist aus Abb. 2 ersichtlich. Sobald der Schaltmagnet 2 (Zug- und Haltespule) über einen „Ein"-Druckknopf 3 bzw. 4 oder über einen Schwimmerschalter, Druckschalter oder dgl. (4a) Strom erhält, werden die Hauptkontakte und der Selbsthaltekontakt 7 sowie der Hilfs- und Signalkontakt 9 geschlossen. Beim Betätigen eines „Aus"-Druckknopfes wird an diesem, dagegen beim Ansprechen eines Auslösers am Auslösekontakt 6 der Stromkreis der Haltespule unterbrochen und dadurch der Schalter geöffnet. Der Schaltmagnet verbraucht beim Einschalten etwa 900 VA, zum Halten etwa 120 VA.

Zum Schutz gegen Ueberlastungen ist der Schalter mit zwei bzw. drei einstellbaren Wärme-(Bimetall-)Auslösern *p* ausgerüstet. Diese Auslöser sind durch Exzenterscheiben *q* von 40 ··· 64 A bzw. 64 ··· 100 oder 100 ··· 125 A einstellbar. Sie arbeiten über die Auslösewelle *r* und die Auslösestange *s* auf den Auslösekontakt c.

Zum Schutz gegen Kurzschlüsse ist ein dreipoliger, elektromagnetischer Schnellauslöser eingebaut. Mit entsprechenden Ankerrückzugfedern ist dieser auf den zwölffachen (für Kurzschlußläufer-Motoren) oder auf den vierfachen (für Schleifringläufer-Motoren) unteren Nennstrom des Wärmeauslösers einstellbar. Hat der Schalter infolge eines Kurzschlusses ausgelöst, so bleibt er gegen Wiedereinschaltung gesperrt, bis der seitlich am Schalter angebrachte Sperrlöseknopf *f* gedreht wird.

Wenn die Betätigung durch ein Gerät mit Dauerkontaktgebung (z. B. Schwimmerschalter) erfolgt, muß auch eine gleichartige Wiedereinschaltsperre vorgesehen werden, die beim Ansprechen der Wärmeauslöser wirksam wird und durch den gleichen Knopf *f* aufgehoben werden kann.

Besonders zu beachten ist noch die sichere Kontakttrennung durch den Schlaganker. Er ist so eingestellt, daß er erst bei hohen Kurzschlußströmen angezogen wird, dann aber schlagartig auf den Kontaktträger wirkt und sich etwa bildende Schweißstellen vor dem Erkalten auseinanderreißt.

Zum Schutz gegen gefährliche Berührungsspannungen an betriebsmäßig spannungsfreien Teilen kann ein Fehlerspannungsauslöser (RWE-Heinisch-Riedl-Schutz) eingebaut werden.

Die Schaltleistung entspricht der Gruppe IV nach VDE 0660,71. Die Kurzschlußfestigkeit der Wärmeauslöser entspricht dieser Schaltleistungsgruppe.

Die mechanische Lebensdauer des Schalters ist praktisch unbegrenzt. Die Kontakte haben eine verhältnismäßig große Lebensdauer und sind leicht auszuwechseln.

Die Netz- und Verbraucher-Anschlußklemmen *n* sind für höchstens 50 mm² bemessen und in der Höhe abgestuft, um ein leichtes Anschließen der Leitungen zu verbürgen. Die Klemmen für Steuer- und Signal- sowie Hilfsleitungen *o* sind übersichtlich zusammengefaßt.

Die Kapselung des Schalters entspricht der Schutzart P 32o, d. h. sie bietet stets Schutz gegen das Berühren spannungführender Teile, gegen das Eindringen groben Staubes und Spritzwasserschutz (Regenschutz).

1 = Wärme-(Bimetall-)Auslöser
2 = Schaltmagnet
3 = Betätigungs-Druckknopfschalter
4 = getrennt angebrachter Druckknopfschalter
4a = getrennt angebrachter Betätigungsschalter, z. B. Schwimmerschalter
5 = beigetrenntem Druckknopfschalter bzw. Betätigungsschalter fällt diese Verbindung fort
6 = Wiedereinschaltsperr-Kontakt
7 = Selbsthaltekontakt für den Schaltmagneten
8 = Strommesser
8a = Ringstromwandler für Strommesser
9 = Hilfskontakt für beide Schaltstellungen
10 = Schnellauslöser
11 = Meldelampe in „Aus"-Stellung

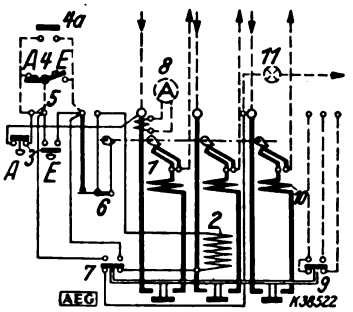
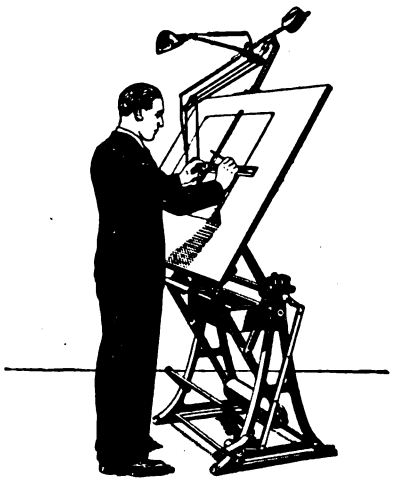


Abb. 2. Schaltbild

Der Schalter ist nicht nur für Einzelanbringung geeignet, er kann auch unterhalb der Sammelschienenkasten an stahlblech- und gußgekapselte Schaltanlagen angebaut werden.

[1]) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V 40 Ds.

Digitized by Google



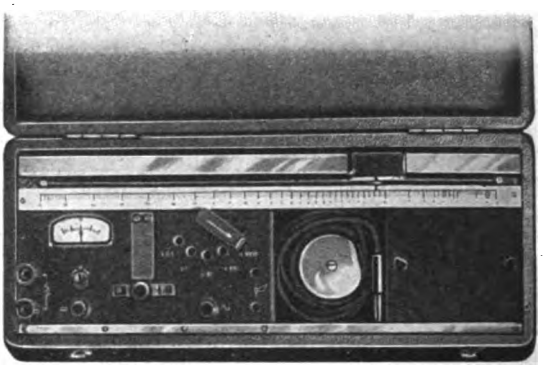
ISIS-ZEICHENMASCHINEN UND ISIS-ZEICHENTISCHE

bilden unsere alleinigen Erzeugnisse und verkörpern die wichtigsten Fortschritte auf dem Gebiete der neuzeitlichen Zeichengeräte. Zahlreiche eigene Patente. Nahezu fünfzehnjährige Erfahrung aus Zehntausenden von Ausführungen. Druckschriften kostenlos.

DR. GRAF G.M.B.H., GOTHA 13

Meßbrücke Pontoblitz

für feste Widerstände sowie für Blitzableiter-Untersuchungen



mit Summer, Telephon und Galvanometer

Neue vereinfachte Ausführung.
Liste Nr. 209/2 anfordern.

Excelsior-Werk
Rudolph Kiesewetter, Leipzig 2, C 1
Fabrik elektrischer Meßinstrumente

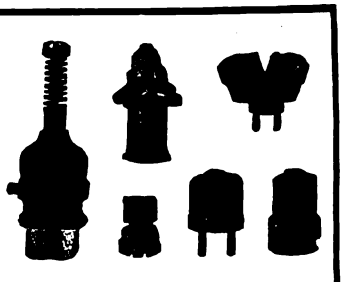
Verwenden Sie unsere

Geräuscharmen Elektromotoren

Sie sind das Ergebnis mehr als 15-jähriger Erfahrung!

ZIEHL-ABEGG
Spezialfabrik für elektrische Maschinen
Berlin-Weissensee

Gerätesteckdosen
Kupplungen
Lichtdrücker
Steckdosen
Stecker
Steckerfassungen
Schalter
Zwischenschalter



'POLDI' Buchleuchten

LEOPOLD KOSTAL, LÜDENSCHEID
ELEKTROTECHN. SPEZIAL-FABRIK

Aus der neuen Liste:

Kabinendruckknopftafel mit Signaltableau und Alarmknopf

Sicherheits-Steuer- und Signal-Geräte für Aufzüge

Gebr. **CRUSE** & Co., Dresden N 30

Digitized by Google

Gekapselte Schaltanlagen.

Mitteilung der AEG.

Es gibt heute wohl kaum noch einen neuzeitlich geleiteten Betrieb, in dem die Niederspannungs-Schalt- und Verteilungsanlagen nicht in gekapselter Ausführung[1]) erstellt werden. Der Grund dafür liegt darin, daß die gekapselten Anlagen im Betrieb große Vorzüge bieten — Betriebsicherheit, gute Ausnutzung der Betriebsräume, Uebersichtlichkeit — und daß die gekapselten Anlagen in der heutigen Ausführung alle Forderungen des praktischen Betriebs erfüllen. Gleichgültig, ob es sich um einen gewerblichen, landwirtschaftlichen oder industriellen Betrieb handelt, ob eine Kleinverteilung benötigt wird oder Verteilungen in Eigenbedarfsanlagen mit hohen Kurzschlußströmen, gekapselte Schaltanlagen lassen sich jedem Verwendungszweck anpassen. Die verschiedenen Bauformen der AEG gestatten stets die richtige Auswahl. So können für Räume, in denen auf leichte, form- und farbschöne Ausführung Wert gelegt wird, z. B. in Verkaufs- und Geschäftsräumen, Ausstellungen usw., die neuen isoliergekapselten Anlagen verwendet

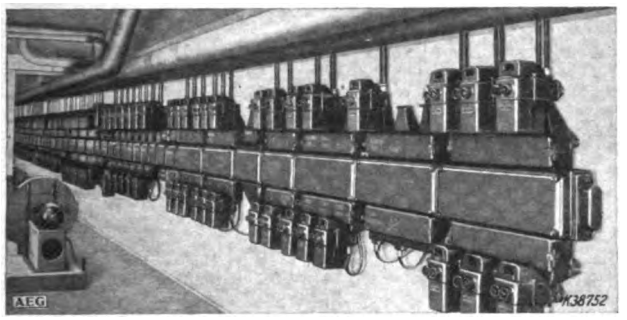


Abb. 1. Gußgekapselte Schaltanlage mit etwa 100 Motorschutz-Oelfernschaltern, in einem Keller untergebracht.

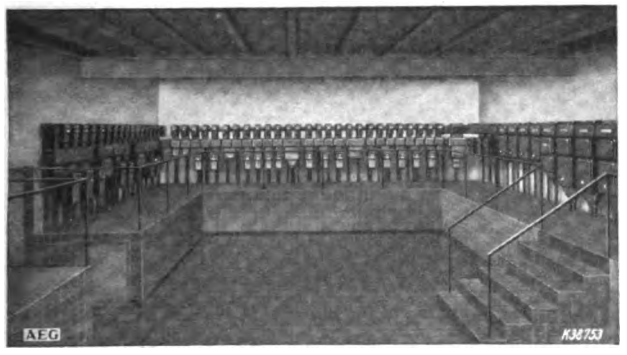


Abb. 2. Teilansicht (etwa die Hälfte) einer in winkliger Anordnung erstellten fernbetätigten Großschaltanlage.

werden, desgleichen für Räume, in denen erhöhter Berührungsschutz gefordert wird, oder in denen mit chemischen Einwirkungen zu rechnen ist. Für leichte Betriebe genügen blechgekapselte Anlagen, während für rauhe und schwere Betriebe die gußgekapselten Ausführungen am Platze sind.

Da bei der Unterbringung keine Rücksicht auf die Anlage zu nehmen ist, werden meist mehrere kleinere Verteilungen in den Belastungsschwerpunkten des Betriebes bevorzugt. Diese können dann leicht in Winkeln, Nischen, an Pfeilern und dgl., auch mitten in Betriebsräumen angeordnet werden, so daß praktisch kein Platz für die Aufstellung verlorengeht. Diese Art der Verteilung bietet die Möglichkeit zu Leitungsersparnissen.

Es gibt aber auch Betriebe, in denen auf große Uebersichtlichkeit und zentrale Zusammenfassung aller Schaltgeräte Wert gelegt werden muß. Auch hier erfüllen die gekapselten Anlagen alle Forderungen, denn heute lassen sich beliebig große Anlagen in gekapselter Ausführung bauen. Die Abbildungen 1 ··· 3 zeigen einige Beispiele.

Zweckmäßig werden solche Zentralanlagen mit Fernschaltern ausgerüstet. Um die Ausdehnung der Anlagen einzuschränken, werden für Stromstärken bis 200 A oft Oelschalter bevorzugt (Abb. 1 und 2).

Die Oelschalter werden durch Zwischenstücke, in die bei den kleinen Schaltern Sicherungen, bei den größeren Formen Trennschalter eingebaut werden können,

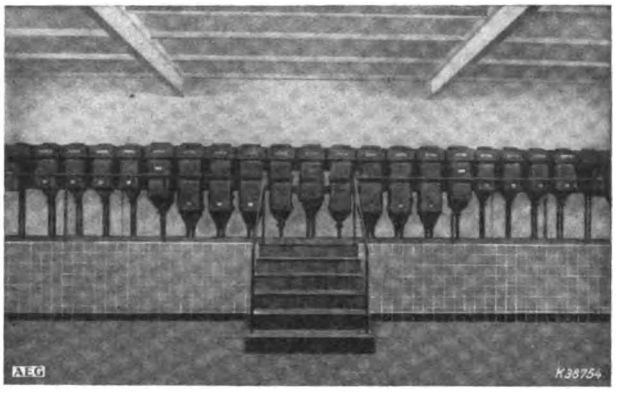


Abb. 3. Mittelteil der in Abb. 2 gezeigten Anlage.

ober- und unterhalb der Sammelschienenkasten angeflanscht. Von den kleineren Schaltern können mehrere an einen Sammelschienenkasten-Flansch angebaut werden. Hierdurch sowie durch die gedrängte Bauart der Oelschalter wird die Gesamtlänge der Anlagen sogar noch gegenüber gleichartigen Anlagen mit Luftschaltern verkürzt, wobei zu berücksichtigen bleibt, daß jede gekapselte Anlage bereits bedeutend weniger Platz braucht als eine offene Anlage. So konnte die in Abb. 1 gezeigte Anlage, die etwa 100 Schaltgeräte umfaßt, an einer Kellerwand untergebracht werden. Reicht die zur Verfügung stehende Wandfläche, Nische usw. in der Länge nicht aus, so kann jede gekapselte Anlage im Winkel gebaut werden (Abb. 2).

Abb. 3 zeigt einen weiteren Teil der in Abb. 2 dargestellten Anlage. In diesem Teil sind vor allem Luftfernschalter eingebaut. Solche Luftfernschalter werden auch für höhere Stromstärken geliefert. Für die Betätigung kann Magnet-, Motor- oder Druckluftantrieb vorgesehen werden. Da die Geräte auch mit verschiedenen Auslösern auszurüsten sind, können sie buchstäblich allen Betriebsverhältnissen angepaßt werden.

[1]) s. auch AEG-Druckschrift Sa/V IV.

Digitized by Google

Stellengesuche

Elektro-Ingenieur (VDE), Absolvent der HTL. Berlin (Beuthsch.), 32 J., verh., arisch, 3 J. Werkstatt- u. Montagepraxis, 4 J. selbständig, 5½ J. Projekteur bei Großfirma, vertraut mit all. Arbeiten bei d. Projektierung u. beim Bau von Hoch- und Niederspannungsanlagen größten Umfanges (auch besonderer Spezialgebiete), Schalt- u. Maschinenanlagen, an selbständ. Arbeiten gewöhnt, gewandt im Verkehr mit der Kundschaft, sicheres Auftreten, Führerschein Kl. 3, mit eigenem Wagen, sucht sich zum 1. Jan. 1938 in entwicklungsfähige Stellung als Besuchs- od. Montage-Ingenieur mit späterer Aufstiegsmöglichkeit zu verändern. Angeb. mit Gehaltsangaben erb. an **Albert Altmann, Bln.-Lichterfelde,** Undinestr. 6.

Dipl.-Ing. der Elektrotechnik

40 Jahre, verheiratet, Arier, mit vieljähriger Praxis in der Herstellung und Prüfung von Stark- und Schwachstrom-Kabeln und Leitungen, sowie in der Planung, Montage und Betrieb von Hoch- und Niederspannungs-Kabelnetzen und Schaltanlagen, z. Z. in ungek. selbst. Betriebsstellung, sucht entwicklungsfähigen, leitenden Posten in Kabelwerk oder Versorgungsunternehmen mit ausgedehntem Kabelnetz.

Dipl.-Ing. Hans Freitag, Berlin-Schöneweide, Goethestr. 2, III Tr. rechts. [433]

Diplom-Ingenieur

32 Jahre, Arier, achtjährige Laborpraxis bei Großfirma, davon 3 Jahre Meßtechnik, 5 Jahre Entwicklung vorzugsweise von Quecksilberschaltgefäßen, mit guten meßtechnischen Allgemeinkenntnissen und gründlichen Spezialkenntnissen, ungekündigt, sucht ausbaufähige Stellung. Spezialkenntnisse in Entwicklung, Prüfung, Fertigung, Erschließung neuer Anwendungsgebiete. Zahlreiche nachweisliche Erfolge, Patentkenntnisse. Erfahrung in Vacuum-, Glas- und Verschmelzungstechnik (Glas-Metall) und in Relaisfragen. Angebote an **Gille, Nürnberg 33,** Abenberger Straße 5. [463]

Exportkaufmann Ende 30, unermüdliche Arbeitskraft, gutes Organisationstalent, genaue Materialkenntnisse der Elektrobranche, gewandter Einkäufer, vertraut mit allen den Export betreffenden Fragen, seit Jahr. in leitend. Stellungen bei Spezialfabr. v. Installationsmaterial, Zubehörteilen von Bleikabel und Stahlpanzerrohren, Conduitfittings usw. sucht sich zu veränd. in verantwortungsv. Posten. Off. unt. **E. 434** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Ingenieur, 33 J., led., Pg., HT-Staats-L. Langj. Praxis bei Großfirma in der Projektierung, Ausführung und Bau von Hoch- und Niederspannungs-Schaltanlagen jeglicher Art. Z. Zt. in ungekündigter Stellung in der Betriebsleitung eines Kraftwerks, gute Referenzen, sucht sich in entwicklungsfähigen, verantwortungsvollen Wirkungskreis zu verändern. Zuschriften erbeten an **A. Schlemm, Frankfurt a. M.-Süd,** Hedderrichstraße 118, I. [462]

Elektromeister

gel. Schlosser, verh., 33 J., firm in allen Arbeiten der Installat. elektr. Licht- u. Kraftanlagen, Ortsnetz, Hochspannungsltg. u. Transformatorstation.-Bau, sucht entspr. Stellg. bei städt. E.-Werk, Überlandw., Heeresverwaltg. Bevorz. Bauleit., Abnahme, Überwachg. od. Obermont., selbst. mitarb. **W. Stühl, Gronau, Westf. Aug.-Hahnstr. 16.** [432]

Elektroingenieur

Absolv. der deutsch. techn. Hochschule Prag, Sudetendeutscher, arisch, 23 Jahre, militärfrei, sucht Anfangsstellung in der Starkstromtechnik, Konstruktion, Berechnung, Entwicklungsarb., selbständig. Zuschr. erb. an **Walter Weidner, Teplitz-Schönau,** Grüne Ringg. 42 (Böhmen). [430]

Revisions-Ing.

(Elektro, Abnahmebeamter)

32 J., arisch, 9 J. Tätigkeit b. Behörde, sucht sich in ausbaufähige Stellg., auch Überwach. vorhand. Anlagen, zu veränd. Dienstantritt kann evtl. sofort erfolgen. Angebote an **Ing. Posse, Bad Frankenhausen,** Lindenstr. 7 [464]

Elektro-Ingenieur

u. Meist. i. Elektroinstallation, 32 J. alt, vertr. mit den VDE-Vorschr., mit Führerschein 1 u. 3b, sucht sich auf 1. 1. 38 zu verändern. Angebote erb. an **F. Heubling, Mannheim, 07,3.** [465]

ETZ-ANZEIGEN

verbürgen

großen Erfolg

Diplom-Ingenieur

der Elektrotechnik, 35 Jahre, ev., verh., 1930 TH. Danzig mit gut, speziell Fernmeldetechnik u. Rundfunk, augenblicklich selbständig, Elektromeisterprüfung, Führerschein 1 und 3, sucht von sofort oder 1. Jan. 1938 passenden Wirkungskreis. Angebote an **Heinz Kolmsee, Rehhof (Wstpr).** [461]

Schwachstrom-Ing.

30 J., TH., in großem Berliner Werk langjährig tätig, sucht ander. Wirkungskreis. Radio-, Fernseh- od. Filmindustrie bevorzugt. Angebote an **Karl Friedrich,** Bln.-Halensee 1, postlagernd. [453]

Stellenangebote

Wir suchen für unser Konstruktionsbüro für

Hochspannungs-Schaltgeräte

Gruppenführer

welcher insbesondere mit den neuesten Konstruktionen von ölarmen und öllosen Leistungsschaltern vertraut ist.

Die Stellung ist durchaus selbständig und verantwortungsvoll. Angebote erbeten an

E. Neumann, Hochspannungs-Apparate G. m. b. H.

Berlin-Charlottenburg 5

Spandauer Straße 10 a.

[457]

Das **Städt. Betriebsamt Bielefeld** sucht zum baldigen Eintritt einen **Diplomingenieur** des Elektrofaches als Prüfamtsleiter für das elektr. Prüfamt. Der Prüfamtsleiter ist zugleich Vorsteher der Zählerabteilung des Eltwerkes und kann außerdem zu anderen in der gleichen Fachrichtung liegenden Aufgaben herangezogen werden. Die Stelle ist als Beamtenstelle vorgesehen und wird nach Gruppe A 2 c 2. Abt. der RBO. besoldet. Der Übernahme in das Beamtenverhältnis geht eine einjährige Probezeit voraus. Bewerber deutschblütiger Abstammung, die bereit und in der Lage sind, sich jederzeit rückhaltlos für den nationalsozialistischen Staat einzusetzen, die ferner bereits als Leiter eines Prüfamtes oder einer Zählerabteilung tätig waren und auf dem Gebiete des Meßwesens und der allgemeinen Elektrizitätsversorgung praktische Erfahrungen besitzen, werden gebeten, ihre Bewerbungen mit Lichtbild, Lebenslauf, Zeugnisabschriften usw. bis zum 25. November 1937 an das **Personalamt des Städtischen Betriebsamtes** einzureichen. [459]

Digitized by Google

Kleine tragbare Präzisionsstromwandler.

Mitteilung der AEG.

Der kleine tragbare Präzisionsstromwandler der AEG entspricht einem Bedürfnis der Praxis und hat sich aus diesem Grunde sehr weitgehend eingeführt (Abb. 1).

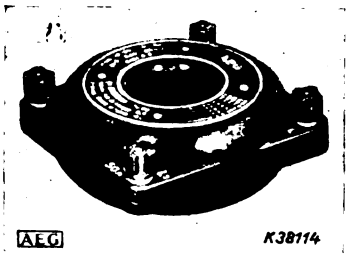


Abb. 1. Kleiner tragbarer Präzisionsstromwandler.

Bei der weiteren Entwicklung dieses Wandlers wurde eine wesentliche Leistungssteigerung bei gleichbleibenden Abmessungen und gleichem Gewicht erzielt. Außerdem wurde die Genauigkeit erhöht; die Fehler erreichen bis zu 5 VA bei 50 Hz noch nicht die für die Klasse 0,2 zulässigen Werte. Diese Verbesserung der meßtechnischen Eigenschaften fußt auf der Verwendung hochwertiger Nickeleisensorten und einer besonderen Abgleichschaltung, die eine stetige Verschiebung der Fehlerkurve gestattet.

Der kleine tragbare Präzisionsstromwandler hat sieben primäre Meßbereiche. Für zwei dieser Meßbereiche — nämlich 15 und 50 A — sind die primären Windungen fest eingebaut, während die Meßbereiche 100, 150, 200, 300 und 600 A durch ein- oder mehrfaches Hindurchziehen des Primärleiters durch die Wandleröffnung erzielt werden. —

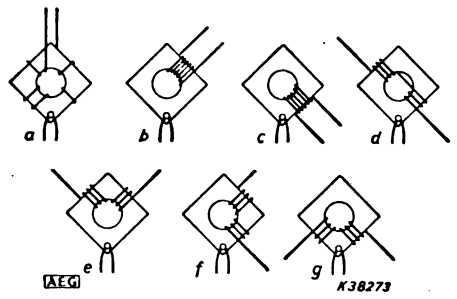


Abb. 2. Verschiedene Anordnungen des Primärleiters.

In der Praxis besteht häufig die Ansicht, daß bei Stromwandlern mit eingefädelter Primärwicklung das Uebersetzungsverhältnis bzw. die Fehler von der Lage der Primärleiter abhängig sind. — Dieser Einwand ist richtig; die Größe des Einflusses hängt jedoch stark von der Bauart des betreffenden Wandlers ab. Bei dem kleineren Präzisionsstromwandler der AEG ist dieser Einfluß infolge der gleichmäßigen Aufteilung der Sekundärwicklung auf einem Ringkern und der verhältnismäßig hohen Permeabilität des verwendeten Nickeleisens außerordentlich gering. Die Ergebnisse einer diesbezüglichen Versuchsreihe, bei der ein Primärleiter in verschiedenster Weise durch die Wandleröffnung geführt wurde (Abb. 2), sind in Abb. 3 dargestellt. Die Fälle a und b ergeben die größte Abweichung voneinander. Die Kurven a der Abbildung beziehen sich auf die Wicklungsanordnung nach Fall a, die Kurven b auf Fall b. Die Fehler bei den Anordnungen nach c ··· g lagen innerhalb des schraffierten Gebietes. — Bei einer weiteren Versuchsreihe wurde nur ein einziger Leiter (Primärnennstrom 600 A) durch die Oeffnung geführt und darin herumbewegt. Gegenüber der konzentrischen Lage ergibt sich eine größte Abweichung von etwa 0,01% bzw. 0,5 Win.

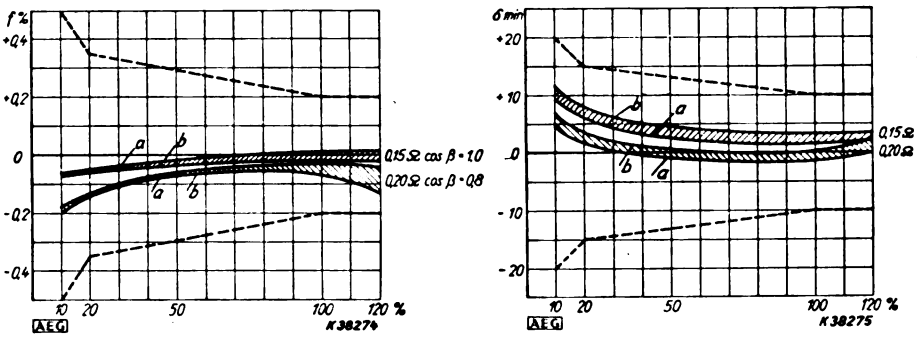


Abb. 3. Stromfehler und Fehlwinkel bei verschiedener Primärleiteranordnung.

Der sekundäre Nennstrom des kleinen tragbaren Präzisionsstromwandlers ist 5 A. Ein unverlierbarer Kurzschlußbügel erleichtert den gefahrlosen Aufbau der Meßschaltungen.

Die Abmessungen des kleinen Präzisionsstromwandlers sind 110 × 115 × 50 mm³. Dies ist auch die Größe der kleinen tragbaren Präzisionsmeßgeräte der AEG, so daß der Stromwandler in diese Meßsätze paßt.

Primärleiter zum Durchführen durch die Wandleröffnung stehen in drei Größen — für Ströme bis 150 A oder 300 A oder 600 A — zur Verfügung.

Digitized by Google

Stellengesuche

Dipl.-Ing. Fachrichtung Elektrotechn. mit 2 staatlichen pädagogischen Prüfungen und vierjähriger Unterrichtserfahrung, sucht Stellung als Lehrkraft an technischer Lehranstalt od. größerem Industriewerk. **H. Wachs, Ruhland O./L.,** Hartwigstraße 4 [468]

Elektro-Ing.
38 J. alt, verh., Technikumsabsolvent, energische, zielbew. Persönlichkeit, mit reich. Erfahrung in Akquisition und Montage von Hoch- u. Niederspannungsschalt- sowie Kraftanlagen, sucht sich zu veränd. Ang. erbet. an **H. Kramer, Lauterberg (Harz),** Wißmannstraße 20 [471]

Dipl.-Ing.
28 Jahre, arisch, praktische Erfahrungen in Hoch- und Niederspannungsanlagen, sowie im Telegr.- und Fernsprechbau, 1 Jahr Militärdienstzeit, Führerschein II u. III, 2 Jahre Verwaltungspraxis im Fernmeldewesen, sucht zum 1. 12. 37 entspr. ausbaufähigen Wirkungskreis. Angebote mit Gehaltsangabe erbeten an **Dipl.-Ing. W. Kahlert, Breslau,** Kospothstr. 35. [484]

Hochspannungsleitungsbau- u. Betriebs-Ingenieur 34 Jahre alt. Pg., firm in Trassierung u. Bau schwieriger Mittelspannungs- u. Ortsnetzleitungen, statische Berechnung, mod. Montageaufsicht, Verhandlg. m. Behörden u. Privaten, wirtschaftl. Instandhaltung u. Betriebsüberwachung, Störungsbeseitigung. Werbung, 5 Jahre Praxis als Monteur und Bauleiterassistent, seit 6 Jahren als Bau- und Betriebsingenieur bei namhaftem EW., sucht entwicklungsfähige, verantwortungsvolle Stellung. Zuschriften an **M. Herfurth, Wetzlar/Lahn, Altenberger Straße 34** [473]

Elektro-Kaufmann
1. Kraft, energische, zielbewußte u. branchekundige Persönlichkeit, 32 J., vielseitig bewandert, Elektrotechnik, Maschinen u. Apparate, Schaltgeräte, Beleuchtungskörper, Installationen, hervorragende Kenntnisse im Ein- und Verkauf, langjähriger Einkäufer erster Spezialfabrik, daher umfassende Kenntnisse der Metallbestimmungen, z. Z. in leitender Stellung, **sucht geeigneten Vertrauensposten als Assistent des Chefs,** Einkäufer oder Verkaufsleiter. Angebote unter **E. 485** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Achte den Sammler des WHW.!

Dipl.-Ing. (Fernmeldetechnik)
29 Jahre, 5 Jahre Betriebspraxis, davon 1 Jahr in Konstruktion und Offertwesen, 3½ Jahre in verantwortlicher Stellung in großem Kabelwerkprüffeld, sucht entsprechende Position. Ausführliche Angaben anfordern von Dipl.-Ing. Heinz Adolf Ludewig, Hannover-Vinnhorst, Kampstr. 105, Tel. 24783. [510]

Elektro-Ing. (VDE)
Absolv. einer H.T.L., 28 J., arisch, etwa 3 J. prakt. gearb. u. 3 J. als Ing., Erfahr. als Konstr. und im Projekt. von autom. Schaltanl. u. Schützensteuerungen, sowie in der Ueberwach. von Werksanlagen, sucht sich für Tätigkeit auf einer Baustelle, im Außendienst oder ähnl. Fachgebiet zu verändern Eintritt in Kürze. [495] Angebote an **H. Ramsbrock, Brackwede i. W.,** Bahnstr. 42.

Elekt.-Werkmeister
Technikum absolv. 37 J., langj. Montagefachmann mit guten Kenntnissen im Bau u. Betrieb von Hoch- u. Niederspannungs-Anlag. jeder Art, sowie Schwachstrom, im Zeichnen, Tarif und Stromvertragswesen und allg. Maschinenbau, z. Z. Eltwerk, sucht sich bald oder später zu verändern. [491] **Heinrich Baensch, Gleiwitz O S.,** Fichtestraße 6.

Stellenangebote

Wir suchen für unser Konstruktionsbüro für
Hochspannungs-Schaltgeräte

Gruppenführer

welcher insbesondere mit den neuesten Konstruktionen von ölarmen und ölosen Leistungsschaltern vertraut ist.

Die Stellung ist durchaus selbständig und verantwortungsvoll. Angebote erbeten an

E. Neumann, Hochspannungs-Apparate G. m. b. H.
Berlin - Charlottenburg 5
Spandauer Straße 10 a.
[505]

ETZ-Anzeigen verbürgen großen Erfolg

LORENZ

Wir suchen einige tüchtige

Laboratoriums-Ingenieure

für Entwicklungsarbeiten an elektrischen Spezialmaschinen. Kenntnisse auf dem Gebiete der Entstörung und Stromglättung erwünscht.

Bewerbungen, auch von Anfängern, mit Angabe des frühesten Eintrittstermines an

C. LORENZ Aktiengesellschaft
Berlin-Tempelhof [500]

Wir suchen zum baldigen Eintritt

erfahrene Konstrukteure

für die Entwicklung von **Niederspannungs-Schaltgeräten** in Guß- und Isolierstoffkapselung. Erfahrungen im Bau der Anlagen und Geräte sowie Kenntnis der angrenzenden Fachgebiete u. der einschlägigen Vorschriften erforderlich. Ausführliche Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften sowie Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages an

F. G. NEPTUN

Felten & Guilleaume Carlswerk Act.-Ges. Köln-Mülheim
Verwaltungsabteilung. [496]

Digitized by Google

Kleine tragbare Präzisionsstromwandler.

Mitteilung der AEG.

Der kleine tragbare Präzisionsstromwandler der AEG entspricht einem Bedürfnis der Praxis und hat sich aus diesem Grunde sehr weitgehend eingeführt (Abb. 1).

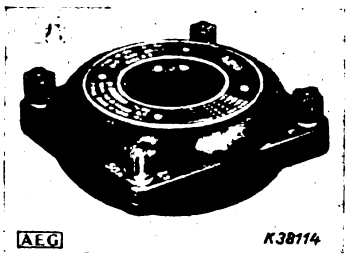


Abb. 1. Kleiner tragbarer Präzisionsstromwandler.

Bei der weiteren Entwicklung dieses Wandlers wurde eine wesentliche Leistungssteigerung bei gleichbleibenden Abmessungen und gleichem Gewicht erzielt. Außerdem wurde die Genauigkeit erhöht; die Fehler erreichen bis zu 5 VA bei 50 Hz noch nicht die für die Klasse 0,2 zulässigen Werte. Diese Verbesserung der meßtechnischen Eigenschaften fußt auf der Verwendung hochwertiger Nickeleisensorten und einer besonderen Abgleichschaltung, die eine stetige Verschiebung der Fehlerkurve gestattet.

Der kleine tragbare Präzisionsstromwandler hat sieben primäre Meßbereiche. Für zwei dieser Meßbereiche — nämlich 15 und 50 A — sind die primären Windungen fest eingebaut, während die Meßbereiche 100, 150, 200, 300 und 600 A durch ein- oder mehrfaches Hindurchziehen des Primärleiters durch die Wandleröffnung erzielt werden. —

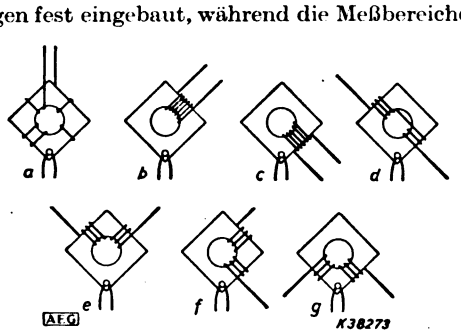


Abb. 2. Verschiedene Anordnungen des Primärleiters.

In der Praxis besteht häufig die Ansicht, daß bei Stromwandlern mit eingefädelter Primärwicklung das Uebersetzungsverhältnis bzw. die Fehler von der Lage der Primärleiter abhängig sind. — Dieser Einwand ist richtig; die Größe des Einflusses hängt jedoch stark von der Bauart des betreffenden Wandlers ab. Bei dem kleineren Präzisionsstromwandler der AEG ist dieser Einfluß infolge der gleichmäßigen Aufteilung der Sekundärwicklung auf einem Ringkern und der verhältnismäßig hohen Permeabilität des verwendeten Nickeleisens außerordentlich gering. Die Ergebnisse einer diesbezüglichen Versuchsreihe, bei der ein Primärleiter in verschiedenster Weise durch die Wandleröffnung geführt wurde (Abb. 2), sind in Abb. 3 dargestellt. Die Fälle a und b ergeben die größte Abweichung voneinander. Die Kurven a der Abbildung beziehen sich auf die Wicklungsanordnung nach Fall a, die Kurven b auf Fall b. Die Fehler bei den Anordnungen nach c ··· g lagen innerhalb des schraffierten Gebietes. — Bei einer weiteren Versuchsreihe wurde nur ein einziger Leiter (Primärnennstrom 600 A) durch die Oeffnung geführt und darin herumbewegt. Gegenüber der konzentrischen Lage ergibt sich eine größte Abweichung von etwa 0,01% bzw. 0,5 Win.

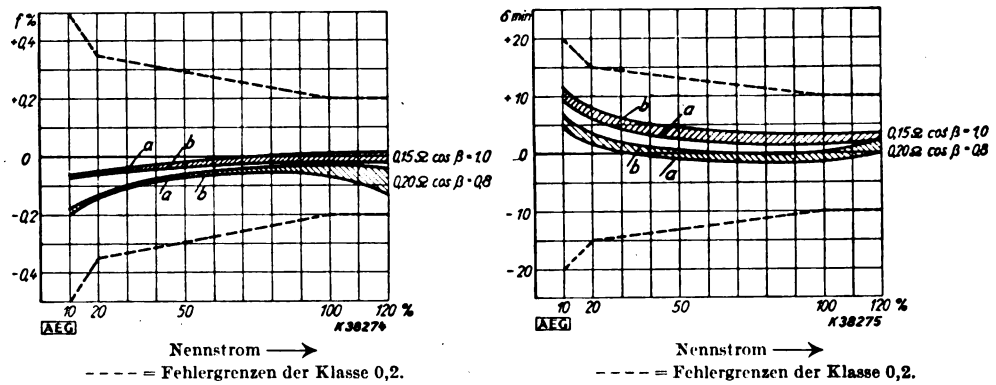


Abb. 3. Stromfehler und Fehlwinkel bei verschiedener Primärleiteranordnung.

Der sekundäre Nennstrom des kleinen tragbaren Präzisionsstromwandlers ist 5 A. Ein unverlierbarer Kurzschlußbügel erleichtert den gefahrlosen Aufbau der Meßschaltungen.

Die Abmessungen des kleinen Präzisionsstromwandlers sind 110 × 115 × 50 mm³. Dies ist auch die Größe der kleinen tragbaren Präzisionsmeßgeräte der AEG, so daß der Stromwandler in diese Meßsätze paßt.

Primärleiter zum Durchführen durch die Wandleröffnung stehen in drei Größen — für Ströme bis 150 A oder 300 A oder 600 A — zur Verfügung.

Digitized by Google

Stellengesuche

Dipl.-Ing. Fachrichtung Elektrotechn. mit 2 staatlichen pädagogischen Prüfungen und vierjähriger Unterrichtserfahrung, sucht Stellung als Lehrkraft an technischer Lehranstalt od. größerem Industriewerk. **H. Wachs, Ruhland O./L.,** Hartwigstraße 4 [468]

Elektro-Ing.
38 J. alt, verh., Technikumsabsolvent, energische, zielbew. Persönlichkeit, mit reich. Erfahrung in Akquisition und Montage von Hoch- u. Niederspannungsschalt- sowie Kraftanlagen, sucht sich zu veränd. Ang. erbet. an **H. Kramer, Lauterberg (Harz),** Wißmannstraße 20 [471]

Dipl.-Ing.
28 Jahre, arisch, praktische Erfahrungen in Hoch- und Niederspannungsanlagen, sowie im Telegr.- und Fernsprechbau, 1 Jahr Militärdienstzeit, Führerschein II u. III, 2 Jahre Verwaltungspraxis im Fernmeldewesen, sucht zum 1. 12. 37 entspr. ausbaufähigen Wirkungskreis. Angebote mit Gehaltsangabe erbeten an **Dipl.-Ing. W. Kahlert, Breslau,** Kospothstr. 35. [484]

Hochspannungsleitungsbau- u. Betriebs-Ingenieur 34 Jahre alt. Pg., firm in Trassierung u. Bau schwieriger Mittelspannungs- u. Ortsnetzleitungen, statische Berechnung, mod. Montageaufsicht, Verhandlg. m. Behörden u. Privaten, wirtschaftl. Instandhaltung u. Betriebsüberwachung, Störungsbeseitigung. Werbung, 5 Jahre Praxis als Monteur und Bauleiterassistent, seit 6 Jahren als Bau- und Betriebsingenieur bei namhaftem EW., sucht entwicklungsfähige, verantwortungsvolle Stellung. Zuschriften an **M. Herfurth, Wetzlar/Lahn, Altenberger Straße 34** [473]

Elektro-Kaufmann
1. Kraft, energische, zielbewußte u. branchekundige Persönlichkeit, 32 J., vielseitig bewandert, Elektrotechnik, Maschinen u. Apparate, Schaltgeräte, Beleuchtungskörper, Installationen, hervorragende Kenntnisse im Ein- und Verkauf, langjähriger Einkäufer erster Spezialfabrik, daher umfassende Kenntnisse der Metallbestimmungen, z. Z. in leitender Stellung, **sucht geeigneten Vertrauensposten als Assistent des Chefs,** Einkäufer oder Verkaufsleiter. Angebote unter **E. 485** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Achte den Sammler des WHW.!

Dipl.-Ing. (Fernmeldetechnik)
29 Jahre, 5 Jahre Betriebspraxis, davon 1 Jahr in Konstruktion und Offertwesen, 3½ Jahre in verantwortlicher Stellung in großem Kabelwerkprüffeld, sucht entsprechende Position. Ausführliche Angaben anfordern von Dipl.-Ing. Heinz Adolf Ludewig, Hannover-Vinnhorst, Kampstr. 105, Tel. 24 783. [510]

Elektro-Ing. (VDE)
Absolv. einer H.T.L., 28 J., arisch, etwa 3 J. prakt. gearb. u. 3 J. als Ing., Erfahr. als Konstr. und im Projekt. von autom. Schaltanl. u. Schützensteuerungen, sowie in der Ueberwach. von Werksanlagen, sucht sich für Tätigkeit auf einer Baustelle, im Außendienst oder ähnl. Fachgebiet zu verändern Eintritt in Kürze. [495] Angebote an **H. Ramsbrock, Brackwede i. W.,** Bahnstr. 42.

Elekt.-Werkmeister
Technikum absolv. 37 J., langj. Montagefachmann mit guten Kenntnissen im Bau u. Betrieb von Hoch- u. Niederspannungs-Anlag. jeder Art, sowie Schwachstrom, im Zeichnen, Tarif und Stromvertragswesen und allg. Maschinenbau, z. Z. Eltwerk, sucht sich bald oder später zu verändern. [494] **Heinrich Baensch, Gleiwitz O S.,** Fichtestraße 6.

Stellenangebote

Wir suchen für unser Konstruktionsbüro für Hochspannungs-Schaltgeräte

Gruppenführer

welcher insbesondere mit den neuesten Konstruktionen von ölarmen und ölosen Leistungsschaltern vertraut ist.

Die Stellung ist durchaus selbständig und verantwortungsvoll. Angebote erbeten an

E. Neumann, Hochspannungs-Apparate G. m. b. H.

Berlin-Charlottenburg 5
Spandauer Straße 10 a.

[505]

ETZ-Anzeigen verbürgen großen Erfolg

Wir suchen einige tüchtige

Laboratoriums-Ingenieure

für Entwicklungsarbeiten an elektrischen Spezialmaschinen. Kenntnisse auf dem Gebiete der Entstörung und Stromglättung erwünscht.

Bewerbungen, auch von Anfängern, mit Angabe des frühesten Eintrittstermines an

C. LORENZ Aktiengesellschaft
Berlin-Tempelhof [500]

Wir suchen zum baldigen Eintritt

erfahrene Konstrukteure

für die Entwicklung von **Niederspannungs-Schaltgeräten** in Guß- und Isolierstoffkapselung. Erfahrungen im Bau der Anlagen und Geräte sowie Kenntnis der angrenzenden Fachgebiete u. der einschlägigen Vorschriften erforderlich. Ausführliche Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften sowie Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages an

Felten & Guilleaume Carlswerk Act.-Ges. Köln-Mülheim
Verwaltungsabteilung. [496]

Digitized by Google

Umschaltbarer Präzisions-Stromwandler.

Mitteilung der AEG.

Für Prüffelder und Laboratorien, in welchen Strom- und Leistungsmessungen höchster Genauigkeit durchgeführt werden, ist von der AEG der umschaltbare Präzisions-Stromwandler (Abb. 1) entwickelt worden. Er wird beispielsweise für die Wirkungsgradbestimmung größerer Maschinensätze und vor allen Dingen für die Eichung von Präzisions- und Verrechnungszählern verwendet. In den neuzeitlichen Zählereichstationen sind ebenfalls Wandler ähnlicher Bauart vorgesehen (Abb. 2).

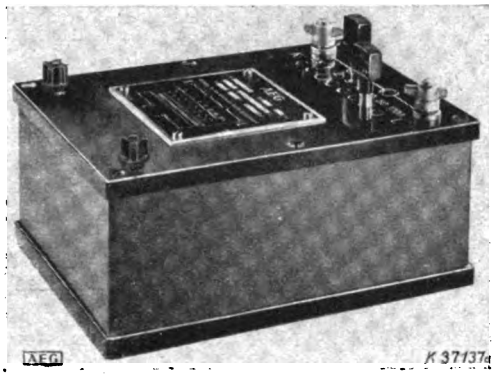


Abb. 1.
Umschaltbarer Präzisions-Stromwandler.

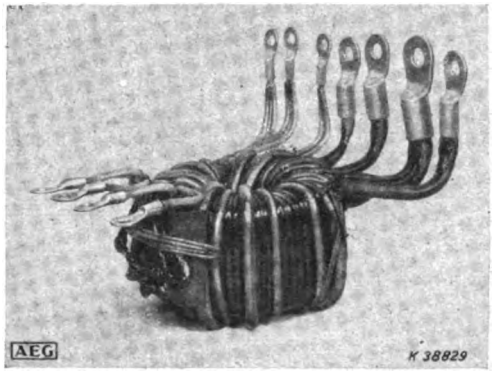


Abb. 2. Präzisions-Stromwandler (ohne Gehäuse) zum Einbau in Zählereichstationen.

Der umschaltbare Präzisions-Stromwandler der AEG hat die Abmessungen $180 \times 150 \times 155$ mm³ (Abb. 1). Der Wandlerkern und sämtliche Wicklungen sind in diesem Gehäuse untergebracht. Die Meßbereichwahl erfolgt durch einen einfachen Stöpselschalter; durch einen zweiten Stöpsel lassen sich die Primärklemmen kurzschließen, was beim Meßbereichwechsel unbedingt erforderlich ist. Bei kurzgeschlossenen Primärklemmen kann der Sekundärkreis ohne Gefahr geöffnet werden, um andere Geräte anzuschließen.

Von den umschaltbaren Präzisions-Stromwandlern werden zwei Ausführungsformen mit den Primärströmen 0,5, 1, 2, 5, 10, 20 und 50 A oder 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 und 100 A hergestellt. Der sekundäre Nennstrom ist 5 A. An den Wandler werden in den meisten Fällen neuzeitliche AEG-Meßgeräte, und zwar ein astatischer Strommesser und ein astatischer Leistungsmesser, angeschlossen. Für diese Meßgeräte einschließlich dreier einfacher Meßleitungen von je 0,015 Ω Widerstand ergibt sich ein Verbrauch von etwa 3,5 VA. Dieser Verbrauch wird im Mittel auch bei Verwendung von anderen als AEG-Meßgeräten eingehalten. Es liegt daher nahe, diesen Leistungsverbrauch (Bürde 0,14 Ω) für die Ausführung des Präzisions-Stromwandlers zugrunde zu legen und durch folgerichtige Anwendung der Gegenmagnetisierung[1]) und eines besonderen, stetigen Abgleichverfahrens den Stromfehler und den Fehlwinkel auf äußerst niedrige Werte herabzusetzen. — Die Stromfehlerkurve (Abb. 3) verläuft bei der Bürde von 0,14 Ω so gut wie geradlinig und fällt mit der Nullinie zusammen. Auch die Fehlwinkel (Abb. 3) sind so niedrig, daß sie ohne weiteres vernachlässigt werden können. Für die Bürde von 0,14 Ω kann man infolgedessen den Wandler als Normal für das Uebersetzungsverhältnis ansehen und ihn in Verbindung mit Brückenschaltungen, z. B. der Wandlerprüfeinrichtung nach Hohle, zur Prüfung von anderen Wandlern verwenden. Die erzielte Genauigkeit ist so groß, wie sie heute bei reihenmäßiger Herstellung mit einem die Abgleichkosten nicht wesentlich verteuernden Aufwand überhaupt erreicht werden kann.

Die oben angegebene Festbürde von 0,14 Ω wird in manchen Fällen nicht der tatsächlich angeschlossenen Bürde entsprechen. Daher sind in der Abbildung 3 noch die Fehler für die hiervon abweichenden Bürden von 0,04 Ω, entsprechend 1 VA, sowie 0,24 Ω, entsprechend 6 VA, aufgetragen. Diese Kurven gelten für den Fall, daß der Wandler bei der Festbürde von 0,14 Ω, entsprechend 3,5 VA, auf Fehlerlosigkeit abgeglichen ist. Man kann natürlich für diese abweichenden Bürden nicht mehr Fehlerlosigkeit im obigen Sinne voraussetzen; die tatsächlichen Fehler sind indessen auch hierbei noch so klein, daß sie für die üblichen Messungen immer vernachlässigt werden können.

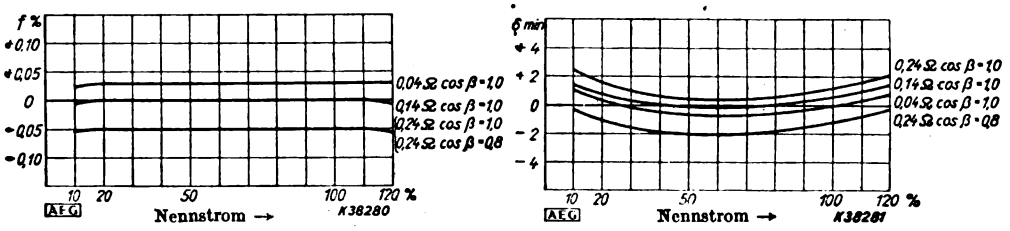


Abb. 3. Strom- und Winkelfehler des Präzisions-Stromwandlers.

[1]) S. auch H. Vahl, VDE-Fachbericht 1934, S. 38 und M. Walter, Strom- und Spannungswandler, Verlag Oldenbourg 1937.

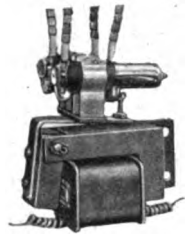
Digitized by Google

25 Jahre MSM

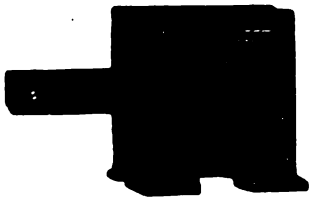
Gleich-, Wechsel- und Drehstrom-Steuer-Magnete

für jeden Zweck z. B. für
Arbeits- und Werkzeugmaschinen
Aufzüge, Automaten, Glockenspiele, Hebezeuge, Kupplungen, Läutewerke, Orgeln, Reklameapparate, Schütze, Ventile, Waagen

Bremslüfter
Relais
Klein-Trafos
Magnet-Spulen
führen in Qualität und Leistung!



Wechselstrom-Relais Mod. BQ



Mod BW waagerecht ziehend

Wechselstrom-Panzer-Magnete Mod. BW

DRP. und DRGM. angemeldet — in allen Lagen verwendbar!
Hauptliste 48 Seiten mit 200 Abb., Maßskizzen u. Schaltbildern kostenlos

Magnet-Schultz, Memmingen 2
G. m. b. H. (Schwaben)

Scherenarm
für Tischfernsprecher

mit Schnurhaltespirale, dreh- und ausziehbar

TELEPHON-APPARAT-FABRIK
E. ZWIETUSCH & CO GMBH
BERLIN-CHARLOTTENBURG
E ZWIETUSCH

C. & F. Schlothauer G. m. b. H., Ruhla/Thüringen

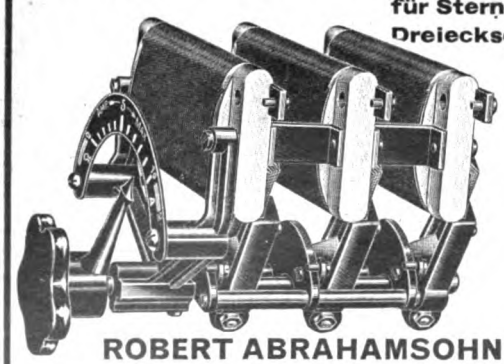
WIDERSTANDS-LEGIERUNGEN

MANGANIN
für Meßinstrumente
Spez. Widerstand 0,43 Ohm
Temperatur-Koeffizient
± 0,00001
Thermokraft gegen Kupfer
+ 1 Mikrovolt pro Grad C

ISABELLIN
nickelfrei
für techn. Widerstände
Spez. Widerstand 0,50 Ohm
Temperatur-Koeffizient
— 0,00002
Spez. Gew. 7,9 bis 8

ISABELLEN-HÜTTE
HEUSLER K. G. DILLENBURG

Dreifach-Drehwiderstände
für Stern- und Dreieckschaltung



Neue Liste erschienen

ROBERT ABRAHAMSOHN BERLIN-STEGLITZ

Digitized by Google

Straßenbahn-Fahrleitung mit nachgespanntem Fahrdraht.

Mitteilung der AEG.

Die Erhöhung der mittleren Fahrgeschwindigkeit ist für die Ausnutzung und die Wirtschaftlichkeit von Straßenbahnen wichtig; sie kann außer durch Verkürzung der Anfahrzeit der Fahrzeuge durch Vergrößerung der Höchstgeschwindigkeit auf Grund der Verbesserung der Fahrleitung erreicht werden.

Die Abnutzung der Fahrdrähte und eine gute Stromabnahme sind bekanntlich in großem Maße abhängig von der Lage der Fahrleitung. Hat zum Beispiel der Fahrdraht im Sommer großen Durchhang, dann verläuft der Fahrdraht am Aufhängepunkt in einem Winkel, so daß der Stromabnehmer (Rolle oder Bügel) hier einem Richtungswechsel unterliegt. Eine starke Abnutzung mit gleichzeitiger Biegungsbeanspruchung des Fahrdrahtes und somit eine Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit und der Lebensdauer sind die Folgen. Die federnde Aufhängung des Fahrdrahtes am Querdraht (auch im Ausleger) vermindert diese Einflüsse, ebenfalls die Balkenaufhängung des Fahrdrahtes; eine wirksame Abhilfe läßt sich jedoch nur durch die zusätzliche Beseitigung des temperaturbedingten Fahrdraht-Durchhanges schaffen, denn erst bei kleinstem Durchhang ist auch die Richtungsänderung des Fahrdrahtes am Stützpunkt am kleinsten. Dann ist die Stromabnahme auch bei höherer Fahrgeschwindigkeit einwandfrei und die Beanspruchung des Fahrdrahtes gering.

Die selbsttätige Nachspannung des Fahrdrahtes mit der AEG-Nachspannvorrichtung (Abb. 1 u. 2) beseitigt die Durchhangsänderungen durch Ausgleich der Temperaturverlängerungen. Außerdem wird die Zugspannung des Fahrdrahtes gleichgehalten, so daß bei niedrigen Temperaturen eine Ueberbeanspruchung des Fahrdrahtes, die oft zu Bruch führen kann, vermieden wird. Die Fahrleitung mit der AEG-Nachspannvorrichtung bietet infolgedessen bei bestehenden Anlagen den Vorteil der höheren zulässigen Fahrgeschwindigkeit und der Schonung des Fahrdrahtes. Bei Neuanlagen bringt sie außerdem die Möglichkeit, die Mastentfernungen von 35 m auf 45 m und mehr in der geraden Strecke zu erhöhen. Das bedeutet eine erhebliche Ersparnis an Eisen und anderen Baustoffen.

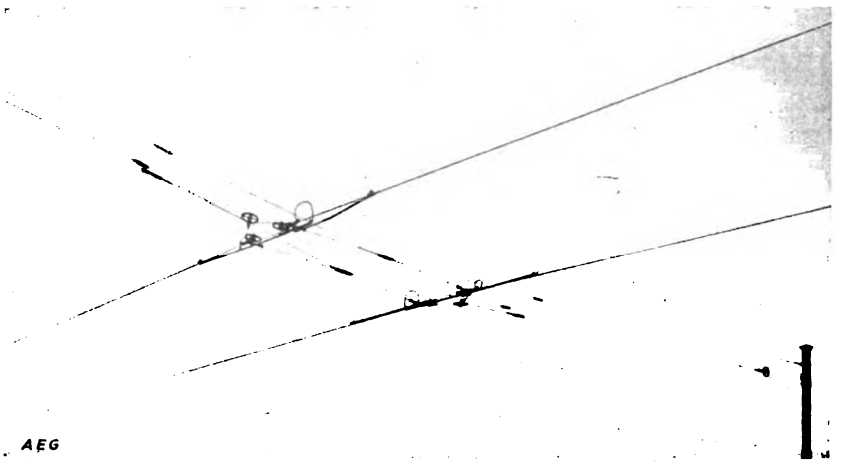


Abb. 1. Schwebende Nachspannvorrichtung für zwei Fahrdrähte.

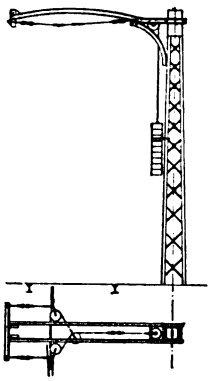


Abb. 2. Nachspannvorrichtung am Mast

Die AEG-Nachspannvorrichtung ist für Rolle und Bügel durchgebildet. Der Nachspannzug wird über Seile von den flaschenzugartig wirkenden Rollen auf den Fahrdraht übertragen. Die Seile dienen gleichzeitig zum Tragen des Eigengewichtes der Nachspannvorrichtung, so daß einerseits dieses Gewicht aufgehoben wird und die Stromabnehmer die Nachspannvorrichtung leicht anheben können, anderseits besondere Abspannmaste nicht mehr notwendig sind. Die Nachspannvorrichtung ist daher schwebend im Fahrdraht angeordnet und läßt sich federnd und weich befahren. Der Einbau in die Fahrleitung ist einfach und sowohl an Querüberspannungen mit einem und mehreren Gleisen als auch an Auslegern und festen Stützpunkten leicht durchführbar.

Abb. 3. Bewegliche Aufhängung des Fahrdrahtes in Krümmungen.

Die Wanderung des Fahrdrahtes an den Stützpunkten wird durch Gleitführungen erreicht, die verhältnismäßig kurz sein können, weil die Querdrähte an sich schon eine gute Nachgiebigkeit in der Fahrdrahtrichtung haben. In starken Krümmungen kann der Fahrdraht anstatt mit Gleitführungen mit Seil und Fahrdrahthalter abgezogen werden (Abb. 3). Eine leichte Beweglichkeit des Fahrdrahtes in Richtung der Drahtwanderung sowohl in der geraden Strecke als auch in der Kurve ist daher vorhanden.

Digitized by Google

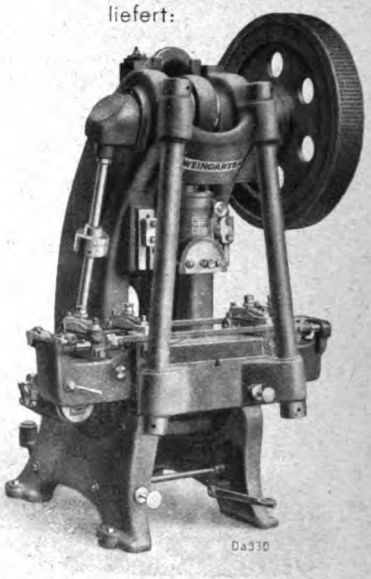
MEHRERE
100 000 Schaltungen
ohne Auswechslung der Kontakte mit unseren-

LUFT-SCHÜTZEN
daher besonders geeignet zum An- u. Einbau f. Werkzeug-, Holzbearbeitungs-, Druckereimaschinen für Aufzugs-, Hebezeug- und ähnliche Steuerungen — für große Schalthäufigkeit.

„RHEOSTAT"
DRESDEN·N23

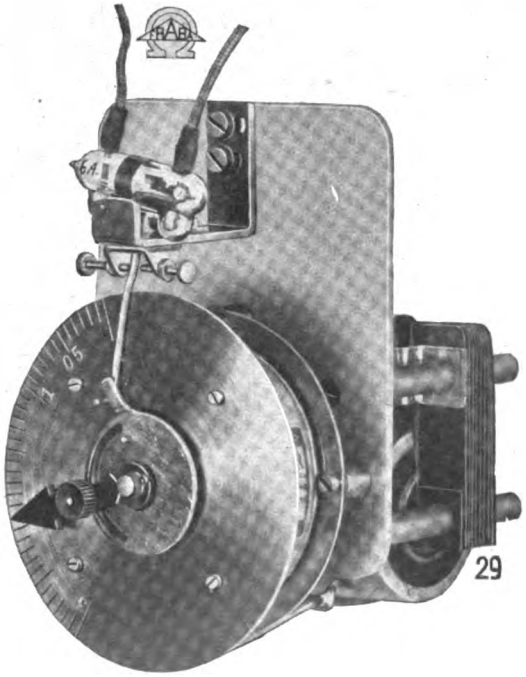
WEINGARTEN
MASCHINENFABRIK WEINGARTEN
vorm. HCH. SCHATZ A.-G. WEINGARTEN/Württbg.

liefert:



Schrägstellbare Excenterpressen
mit Zangenvorschub und Trennschere zur Verarbeitung von **Band-** und **Streifenmaterial**

Relais



FRANZ BAUMGARTNER
Fabrik elektrischer Apparate
Köln-Klettenberg 1

Tragbare
ISOLATIONSPRÜFER
ERDLEITUNGSPRÜFER
LEITUNGSPRÜFER
OHMMETER

METRAWATT A.G.
NÜRNBERG-O
FABRIK ELEKTRISCHER MESSGERÄTE

Digitized by Google

Störschutz-Vorsatzgerät für Rundfunkempfänger und Hausgeräte.

Mitteilung der AEG.

Bekanntlich breiten sich die von elektrischen Geräten, Maschinen und Anlagen verursachten Rundfunkstörungen durch Fortleitung auf den angeschlossenen Installationsleitungen oder durch Ausstrahlung auf benachbarte Leitungen, Metallteile oder unmittelbar auf die Empfangsanlagen der Rundfunkhörer aus. Daher ist die Störbeeinflussung des Rundfunkempfanges in dichtbewohnten Stadtgebieten, in denen naturgemäß eine große Anzahl elektrischer Hausgeräte betrieben und häufig elektrische Lichtschalter betätigt werden, be-

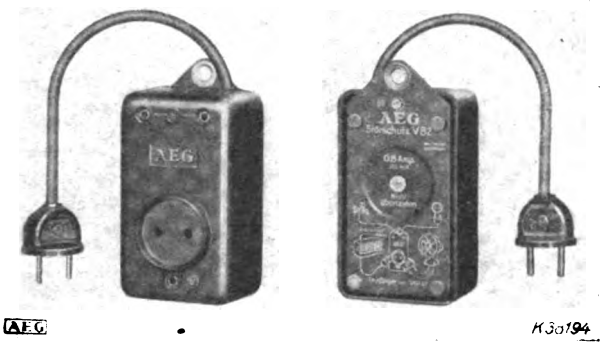
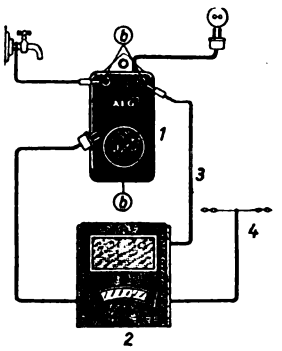


Abb. 1. Vorsatzgerät V 82 für Hausgeräte und Rundfunkempfänger.

sonders groß, zumal gerade hier die Uebertragungsverhältnisse für Rundfunkstörungen sehr günstig sind. Infolgedessen ist es naheliegend, zuerst einmal im Haushalt selbst geeignete Entstörungsmaßnahmen zu ergreifen.

Die AEG hat unter Verwertung ihrer im Laboratorium und in der Praxis gesammelten Erfahrungen das neue Vorsatzgerät V 82 entwickelt, das gleich gut sowohl für Rundfunkempfänger als auch für elektrische Hausgeräte ohne Umschaltung im Innern des Störschutzes verwendet werden kann (Abb. 1). Das Vorsatzgerät ist ein Hochfrequenzfilter, bestehend aus Hochfrequenz-Drosselspulen mit Eisenkern und Kondensatoren. Es hat



1 = Störschutzgerät V 82, 3 = Erdleitung des Empfängers,
2 = Rundfunkempfänger, 4 = Antennenniederführung.

Abb. 2. Entstörung am Rundfunkempfänger.

ein formschönes, schwarzbraunes Isolierstoffgehäuse, so daß es auch äußerlich als harmonisches Ergänzungsteil eines Rundfunkempfängers wirkt.

Das Vorsatzgerät wird am besten neben der Lichtsteckdose aufgelegt oder an der Wand aufgehängt, wobei ein Zerkratzen der Auflagefläche oder der Tapete durch die am Boden des Gerätes angeordneten Gummifüße verhindert wird. Die Anschlüsse sind zu einem Stecker und zu berührungssicheren Buchsen geführt. Der Stecker des Störschutzes wird in die Lichtsteckdose gesteckt, während der Empfängerstecker mit den dafür vorgesehenen Buchsen des Störschutzes verbunden wird (Abb. 2). Die Erdleitung des Rundfunkempfängers wird unterbrochen und durch Bananenstecker an die beiden oberen Buchsen des Störschutzes angeschlossen. In Ausnahmefällen ist zu erproben, ob die bisherige direkte Erdung des Empfängers oder die Verbindung mit einer der drei Erdungsbuchsen des Störschutzes günstiger ist.

Die Verwendung des AEG-Störschutzes V 82 kann unter Umständen bei älteren Rundfunkempfängern noch zu einer Trennschärfeerhöhung beitragen. Dies ist im Bereich von Ortssendern mit großer Senderleistung der Fall, wenn bei Fernempfang Energie dieses Ortssenders über den Netzanschluß in den Empfänger einfallen kann. Durch Vorschalten des Störschutzes V 82 wird auch die über den Netzanschluß unerwünscht eindringende Senderenergie abgehalten und klarer Rundfunkempfang sichergestellt.

Der Störschutz kann unabhängig von Spannung und Stromart vor jeden Rundfunkempfänger geschaltet werden, dessen Stromaufnahme 0,8 A nicht überschreitet.

Da der Störschutz nur als Vorsatzgerät im Netzanschluß eines Rundfunkempfängers liegt, können damit natürlich Störungen, die von der Antenne oder Erdleitung aufgenommen werden, nicht beseitigt werden. Es gehört zu den Voraussetzungen eines einwandfreien und zufriedenstellenden Rundfunkempfanges, daß die Aufnahmeorgane einer Empfangsanlage den örtlichen Verhältnissen entsprechend verlegt werden. Bei Fern-

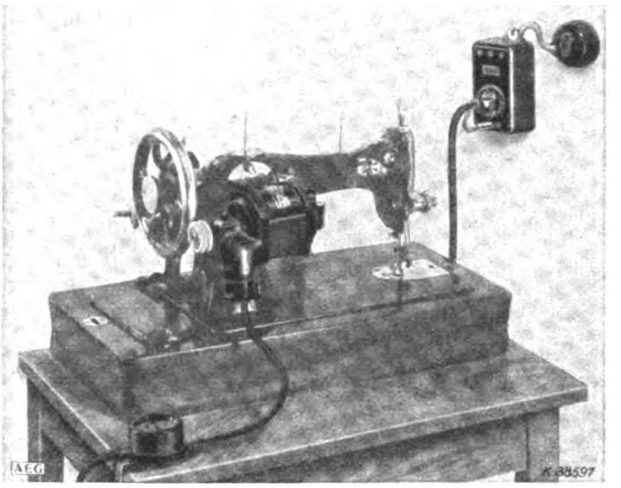


Abb. 3. Entstörung eines Nähmaschinenantriebes durch ein Vorsatzgerät V 82.

empfang und hohen Ansprüchen des Rundfunkhörers ist der Bau einer Hochantenne mit abgeschirmter Niederführung ratsam, da dann das mit Rücksicht auf störfreie Wiedergabe der Senderdarbietungen erforderliche Verhältnis von Sender- zu Störenergie am günstigsten ist. Bei Erdung des Rundfunkempfängers sind die Beeinflussungsmöglichkeiten durch den Störnebel des Hauses sinngemäß zu berücksichtigen.

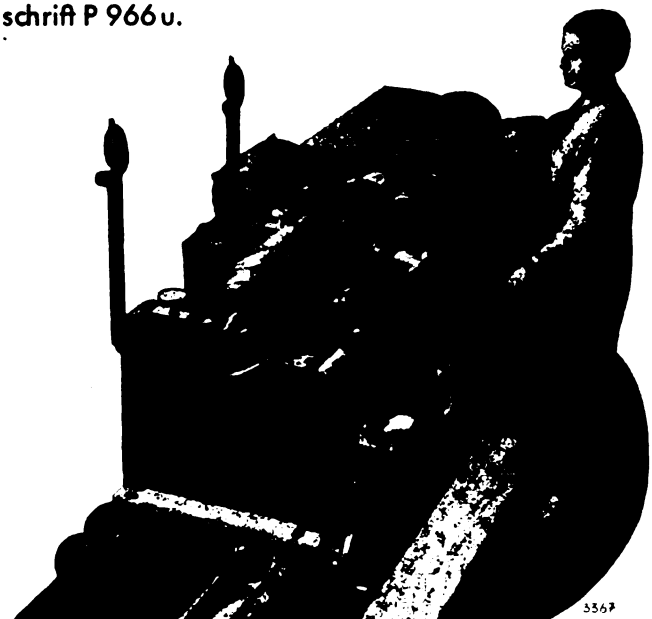
Das Vorsatzgerät V 82 kann aber auch, wie bereits erwähnt, als Störschutz direkt an der Störquelle, also vor störenden Hausgeräten, verwendet werden. Da es nicht fest in die Zuleitung eingebaut, sondern als selbständiges Zwischenglied zwischen Steckdose und Hausgerät geschaltet wird, kann es zur Entstörung verschiedener elektrischer Geräte eines Haushaltes benutzt werden, sofern ihre Stromaufnahme nicht größer als 0,8 A ist (Abb. 3). Bei Hausgeräten mit metallischem Gehäuse kann dieses mit der für das Störergehäuse bestimmten Buchse des Störschutzes verbunden werden. In einem solchen Falle ist die Auswechselung der zweiadrigen Anschlußschnur des Hausgerätes gegen eine dreiadrige zu empfehlen. Die dritte Ader dient dann zur Verbindung des Gehäuses des Hausgerätes mit dem Störschutz.

Auf Grund seiner vielseitigen Verwendbarkeit stellt der AEG-Störschutz V 82 ein wertvolles und preiswertes Hilfsmittel bei der Entstörung im Haushalt dar

Digitized by Google

Wie soll man Unwuchten ermitteln?

Eine Unwucht ist im Grunde genommen nichts anderes als ein Übergewicht, das in einem Drehkörper steckt. Will man es ermitteln, dann muß man wiegen, und zwar dynamisch wiegen! Deshalb ist die Schenck-Schnellwuchtmaschine eine dynamische Waage: sie wiegt die störenden Fliehkräfte des Wuchtkörpers durch Ausgleich mit den messenden Fliehkräften der Maschine. Es wird also Gleiches mit Gleichem verglichen! Dieses strikte Einhalten eines klaren meßtechnischen Grundsatzes bietet sichere Gewähr für eine schnelle, exakte Reihenwuchtung. Infolgedessen können Sie heute den Wuchtvorgang ohne Bedenken in die akkordmäßig zu behandelnden Fertigungsgänge einreihen. Sie sehen hier unten, wie leicht die Bedienung arbeitet: mit zwei Handgriffen steuert sie den Ausgleich nach Richtung und Größe und liest dann das Meßergebnis ab. Sicher wollen Sie noch mehr über den Schenck'schen Schnellwuchter erfahren. Verlangen Sie deshalb kostenlose Zusendung der aufschlußreichen Druckschrift P 966 u.



CARL SCHENCK · EISENGIESSEREI UND MASCHINENFABRIK · DARMSTADT GMBH

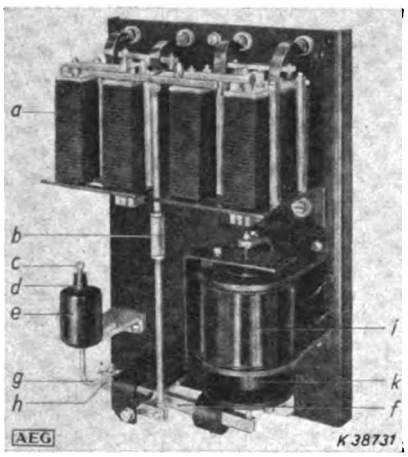
Wellenmesser
nach Dr. Rohde
Bereich: 5—2000 m
Hersteller: **Dr. Steeg & Reuter**
Bad Homburg Gegründet 1855

Digitized by Google

Der Kohlewiderstandsregler.

Mitteilung der AEG.

Für die Spannungsregelung von Gleichstrom- und Wechselstromerzeugern kleiner Leistung hat die AEG, die durch den bekannten Tirrillregler [1]) über nahezu dreißigjährige Erfahrung auf dem Gebiete der Regelaufgaben verfügt, einen neuen Schnellregler entwickelt. Dieser Kohlewiderstandsregler (Abb. 1) ist preiswürdig; er arbeitet aber trotzdem zuverlässig und einwandfrei.

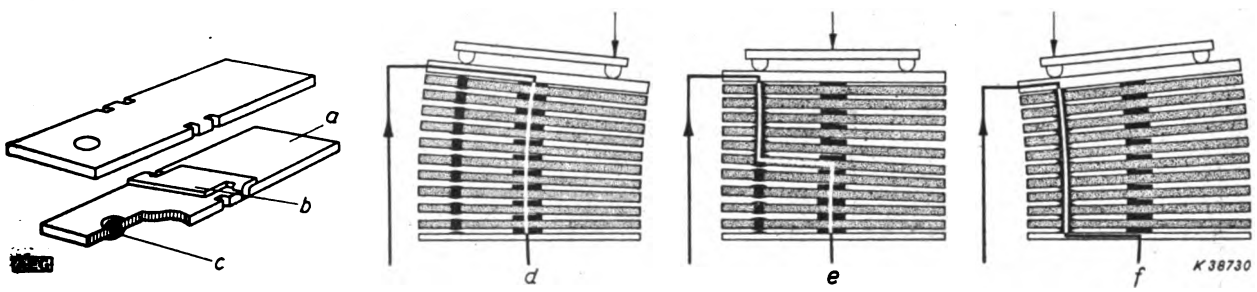


a = Kohlestapel, b = Uebertragungsstange, c = Drosselschraube, d = Regelventil, e = Dämpfungszylinder, f = Hebel, g = Blattfeder, h = Einspannschelle, i = Netzspannungsspule, k = Eisenkern.

Abb. 1. AEG-Kohlewiderstandsregler (geöffnet).

Seine Wirkungsweise beruht auf der Widerstandsveränderung innerhalb eines Kohlestapels. Die Widerstandsveränderung durch Druck wird jedoch nur zum Teil verwendet; in der Hauptsache wird die Veränderung des Uebergangswiderstandes zwischen den Kohleplatten und den Metallzwischenlagen (Abb. 2) zur Reglung ausgenutzt. Unter Einfluß der vom Sollwertmeßwerk übertragenen Zugkräfte werden die aufeinandergeschichteten Kohleplatten gekippt. Durch diese Bewegung verändern sich die Berührungsflächen zwischen Kohleplatten und Metallzwischenlagen, und es ergibt sich eine Vergrößerung oder Verkleinerung der Uebergangswiderstände.

Der Gesamtwiderstand des Kohlestapels bildet sich also aus der Summe der Einzel-Uebergangswiderstände. Ferner sind an dem vorderen Teil der Kohleplatten linsenförmig vorstehende Silberkontakte eingefügt. Soll bei steigender Maschinenlast der Widerstand im Kohlestapel stark verringert werden, so kippen — beeinflußt durch das Sollwertmeßwerk — die Kohleplatten nach vorn, und die Silberkontakte schließen die entsprechenden Kohleplatten und Metallzwischenlagen kurz. Diese Ausführung der Kohlestapel hat erhebliche Vorteile. Die Silberkontakte übernehmen zum Teil die Stromführung und entlasten die Kohleplatten, deren Lebensdauer hierdurch wesentlich erhöht wird. Ferner ist es möglich, den Gesamtwiderstand des Kohlestapels auf einen sehr kleinen Wert herabzusetzen (bis zu 0,5 Ω). Die Einschaltung von Metallzwischenlagen in den Strompfad hat den weiteren Vorzug, daß der Stromübergang nicht zwischen den Kohleflächen, sondern zwischen Kohle und Metall erfolgt. Dadurch werden Glimmstellen, wie sie bei unmittelbarer Berührung der Kohleplatten entstehen können, weitgehend vermieden. Der Stromverlauf im Kohlestapel bei verschiedenen Betriebstellungen ist aus Abb. 2 ebenfalls ersichtlich.



a = Kohleplatte, b = Metallzwischenlage, c = Silberkontakt, d = Lage des Kohlestapels bei hohem Widerstand, e = Lage des Kohlestapels bei mittlerem Widerstand, f = Lage des Kohlestapels bei kleinem Widerstand.

Abb. 2. Wirkungsweise des Kohlestapels.

Der Aufbau des AEG-Kohlewiderstandsreglers ist sehr einfach und übersichtlich. Er besteht im wesentlichen aus dem Sollwertmeßwerk, dem Kohlestapel und der Dämpfungseinrichtung, die sämtlich durch eine Hebelanordnung miteinander verbunden sind. Das Sollwertmeßwerk, das als Tauchankersystem ausgeführt ist, liegt an der gleichzuhaltenden Erregerspannung. Der Kohlestapel wird je nach der Regelaufgabe in den Feldkreis des selbsterregten Gleichstromerzeugers bzw. der selbsterregten Erzeugermaschine geschaltet. Bei Maschinen mit Fremderregung liegt er ebenfalls im Feldkreis des betreffenden Erzeugers. Die Dämpfungseinrichtung verhindert ein Pendeln des Reglers. Eine federnde Verbindung zwischen dem Sollwertmeßwerk und der Dämpfung gestattet ein praktisch unverzögertes Ueberregeln und kennzeichnet den AEG-Kohlewiderstandsregler als Schnellregler. Die Zeitkonstante des Regelvorganges ist durch Veränderung der Dämpfung einstellbar.

Spannungsschwankungen werden sehr rasch und schon beim Entstehen ausgeregelt. Die Regelgenauigkeit beträgt bei Gleichstromerzeugern etwa ± 1,5%; bei Wechselstromerzeugern etwa ± 1% der Nennspannung. In besonderen Fällen lassen sich auch größere Genauigkeiten erreichen.

Die Anwendungsmöglichkeiten des AEG-Kohlewiderstandsreglers sind durch die Leistung begrenzt, die in dem Kohlestapel vernichtet werden kann. Daher werden zwei Ausführungen hergestellt, die sich durch die Anzahl der Kohlestapel unterscheiden. Bei der kleineren Form mit zwei Stapeln beträgt die Grenzleistung etwa 150 W, bei der größeren Form mit vier Stapeln etwa 300 W. Diese Werte entsprechen etwa ⅓ bis ¼ der gesamten Maschinenerregerleistung.

Der Eigenverbrauch des Sollwertmeßwerkes beträgt etwa 100 W. Der Einbau des neuen Reglers ist sehr einfach und kann gegebenenfalls sogar unter Betrieb erfolgen. Ebenso bereitet die Inbetriebnahme keinerlei Schwierigkeiten, und eine Ueberwachung und Wartung während des Betriebes sind nicht erforderlich.

[1]) S. AEG-Mitteilungen 1937, H. 11, S. 416.

Digitized by Google

Stellengesuche

Bilanzbuchhalter

27 Jahre, ledig, bei größerem Elektrizitäts - Unternehmen beschäftigt, sucht neue Stellung, mögl. Mitteldeutschland. Angebote unter E. 645 an die Anz.-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Weihnachtswunsch! Elektro-Ing., VDE, 46 J., verh., Frontk. 14/18, gel. Mech., Absolv. HTL., erf. Proj., Montage, Betrieb, Überw. u. Instandhalt. elektr. Anlagen aller Art. Elektr. Antriebe f. Gewerbe, Industrie u. Bergbau. z. Z. einige Jahre prakt. in staatl. Untern., schicksalerprobt, sucht neuen Wirkungskreis bald evtl. sofort. Offerten erb. an **Georg Schanze, Böhlen b. Leipzig,** Lessingstraße 2. [649]

Dr.-Ingenieur

30 Jahre, ledig, VDE, SA, mit vielseitiger mehrjähriger Praxis (Sondergebiete: Hochspannungstechnik, El. Maschinenbau, Akustik), bisher als Hochschulassistent und in der Industrie tätig (Entwicklung, Prüffeld, Labor), beste Zeugnisse, mehrere Veröffentlichungen, an selbständiges Arbeiten gewöhnt, sucht entwicklungsfähigen Wirkungskreis, Eintritt sofort möglich.
[660]

Zuschriften erbeten an **H. Kropp, München,** Enhuberstr. 12.

Stellenangebote

AEG

sucht zum baldigen Eintritt

jüngeren Fachschulingenieur

mit Spezialkenntnissen in der Elektroinstallationsbranche (Starkstrom), mit gutem Äußeren und gewandten Umgangsformen, der sich besonders für eine Verkaufstätigkeit interessiert und eignet. Bewerber, die bereits Verkaufserfolge nachweisen können, werden bevorzugt. **Kennwort Z 4**

Betriebs-Ingenieure

mit abgeschlossener Hoch- oder Fachschulbildung und einiger Praxis für den Großgeneratoren- und Turbomaschinenbau. **Kennwort Tf 8677**

Diplom-Ingenieur [616]

Fachrichtung Elektrotechnik, mit guter Auffassungsgabe zur Bearbeitung von Normen- und Prüfvorschriften, Schutzrechts- und Entwicklungsfragen auf dem Gebiet der Kleingeräte und des Installationsmaterials. **Kennwort Cv 235**

Schriftliche Angebote mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Gehaltsansprüchen, frühestem Eintrittstag und Angabe des Kennwortes an

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft

Personal-Verwaltung **Berlin NW 40**

Für größere staatliche Baustelle in Süddeutschland wird für sofort oder später **ein Elektrotechniker** gesucht. Vergütung nach V. R. VII–VI (RAT. VII–VIII). Zureisekosten werden nach den bestehenden Vorschriften vergütet. Angebote sind zu richten an Architekt **Josef Volz, Neuburg/Donau, Amlerstraße.** [591]

SIEMENS

Wir suchen zu baldigem Eintritt:

1. **Ingenieure**

für Fernmeldetechnik. Verlangt werden besondere Kenntnisse und praktische Erfahrungen auf dem Vertriebsgebiete. **Kennwort „WW 75/14"**

2. **Technische Kalkulatoren**

mit guten Wirtschaftskenntnissen sowie Erfahrung in Vor- u. Nachkalkulation von elektrischen Apparaten, Werkzeugen, Arbeitseinrichtungen usw.
Referenzen erbeten. **Kennwort „Lg 77"**

Bewerbungen mit selbstgeschriebenem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften, Angabe der Gehaltsansprüche und des frühesten Eintrittstages unter dem jeweiligen Kennwort erbeten an die

Siemens-Angestellten-Vermittlungsstelle
Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude [650]

Die Marinewerft Wilhelmshaven sucht für das elektrotechnische Normenbüro zum sofortigen Dienstantritt:

1. **3 Elektro-Ingenieure**

mit mehrjähriger Erfahrung auf dem Gebiet der Normung. Bewerber müssen die VDE- und DIN-Vorschriften beherrschen und in der Lage sein, einer Konstruktionsgruppe vorzustehen.

2. **Mehrere Elektro-Ingenieure**

mit Erfahrung in der Anfertigung von Normblatt- oder Konstruktionsentwürfen. Die Bewerber müssen an sehr sauberes Zeichnen gewöhnt sein, die einwandfreie Vermaßung von Werkstücken beherrschen und über gute Dispositionsgabe verfügen.

3. **Mehrere Klischee-Zeichner**

für die Anfertigung der Klischee-Zeichnungen von Normblättern. Die Bewerber müssen saubere Tuschzeichnungen anfertigen können.

Alle Bewerber müssen abgeschlossene Fachschulbildung nachweisen.

Die Bezahlung erfolgt:

zu 1. nach der Vergütungsgruppe VIII mit Aufstiegsmöglichkeit nach Vergütungsgruppe IX,

zu 2. nach der Vergütungsgruppe VII mit Aufstiegsmöglichkeit nach Vergütungsgruppe VIII,

zu 3. nach der Vergütungsgruppe V mit Aufstiegsmöglichkeit nach Vergütungsgruppe VI bzw. VII

der Reichsangestelltentarifordnung.

Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften und Lichtbild unter Angabe des frühesten Dienstantrittszeitpunktes, der jetzigen Beschäftigungsstelle und der Angabe „Ausschreibung Nr. 1" sind an das Arbeiteramt der **Marinewerft, Wilhelmshaven,** zu richten. [651]

Digitized by Google

Ein Lichtmeßgerät mit Fotozelle.

Mitteilung der AEG.

Die objektive Messung der Tageshelligkeit läßt sich mit einer lichtelektrischen Einrichtung sehr einfach und zuverlässig durchführen. Die Schwierigkeit in der Entwicklung eines solchen Gerätes, das auch für den Dauerbetrieb geeignet ist, lag bei der Fotozelle, da die bisher bekannten Zellenarten den hohen Anforderungen des Dauerbetriebes nicht gewachsen waren. Erst durch eine neuartige Kalium-Fotozelle (Abb. 1) ist eine weitgehende Übereinstimmung der spektralen Empfindlichkeit mit der des menschlichen Auges zu erreichen, und thermische oder chemische Einwirkungen durch unmittelbare Sonnenbestrahlung lassen sich vollkommen vermeiden. Weiterhin ist diese Zelle in ihren Eigenschaften konstant; auch im Dauerbetrieb über mehrere Monate treten keine Veränderungen auf (Abb. 2). Außerdem läßt sich der

Abb. 1. Kalium-Fotozelle für das Lichtmeßgerät.

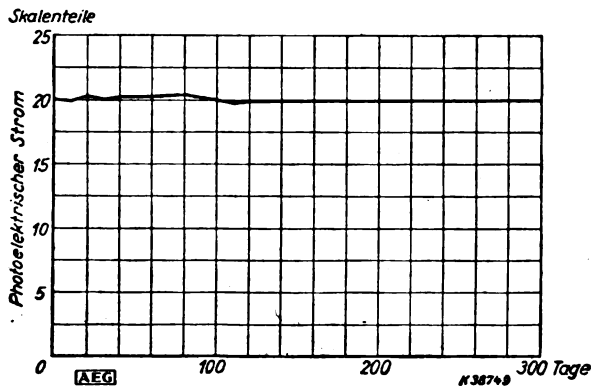


Abb. 2. Dauerversuch mit einer Kalium-Fotozelle.

Mittelwert der Helligkeit des zu überwachenden Himmelsgewölbes in einem Meßbereich erfassen. Dies ist sehr wichtig, da die Helligkeit innerhalb eines Tages zwischen 50 lx während der Dämmerung und 100000 lx bei grellem Sonnenlicht schwanken kann.

Die Zelle hat Kugelform. Die untere Halbkugel bildet den Träger für die lichtempfindliche Kaliumschicht, während durch die obere Hälfte das Licht einfallen kann.

Die Strahlungsrichtung hat keinen Einfluß, da die mittlere Strahlung des gesamten Himmelsgewölbes mit einem Winkelbereich von 180° erfaßt wird.

Wie bei allen technischen Fotozellen, ist auch im vorliegenden Falle eine Verstärkung der lichtelektrischen Wirkung erforderlich, um elektrische Anzeige- oder Schreibgeräte unmittelbar aussteuern zu können. Der Verstärker ist als Netzanschlußgerät ausgebildet. Die Netzwechselspannung wird über einen Gleichrichter einem Stabilisator zugeführt, der die Fotozelle und die Verstärkerröhre mit einer von Netzspannungsschwankungen vollkommen befreiten Gleichspannung versorgt.

Durch die Auswahl der Verstärkerröhre lassen sich der Meßbereichumfang und der Meßbereichverlauf wesentlich beeinflussen. Soll der Ausschlag des elektrischen Meßgerätes der Beleuchtungsstärke verhältnisgleich sein, so empfiehlt sich als Ausgangsröhre eine Verstärkerröhre mit gerader Kennlinie. Wird jedoch auf eine logarithmische Meßbereichaufteilung Wert gelegt, um auch im Bereich hoher Lichtstärken die gleiche Genauigkeit zu erzielen wie im Bereich mittlerer oder kleiner Beleuchtungsstärken, so werden Verstärkerröhren mit exponential verlaufender Kennlinie verwendet. Diese Exponentialröhren gestatten eine vielseitige Anwendung des Lichtmeßgerätes, und über den gesamten genannten Bereich zwischen 50 lx und 100 000 lx werden gute Meßgenauigkeiten erzielt.

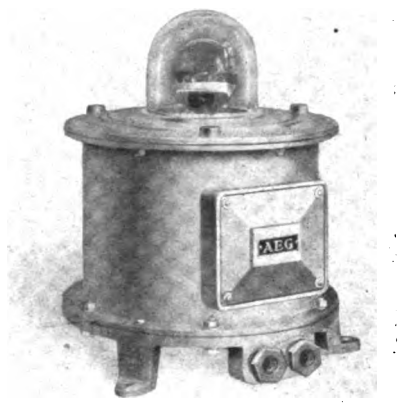


Abb. 3. AEG-Lichtmeßgerät mit Fotozelle.

Die Außenansicht des Lichtmeßgerätes zeigt Abb. 3. Unter der halbkugelförmigen Glashaube ist die frei herausragende Fotozelle zu erkennen. Die Glashaube ist als Gelbfilter ausgebildet, um die Zellenempfindlichkeit der Empfindlichkeit des menschlichen Auges anzugleichen.

Abb. 4 zeigt den Helligkeitsverlauf, der an einem trüben, wechselnd bewölkten Wintertag durch ein AEG-Lichtmeßgerät in Verbindung mit einem Tintenschreiber aufgenommen wurde. Wenn auch an diesem Tag die Witterung veränderlich war, so ist doch durch die Umrandung des Kurvenzuges ein Höchstwert der Helligkeit während der Mittagszeit deutlich erkennbar. Bei dieser Kurve ist der logarithmische Maßstab der Luxwerte zu beachten, der auch den Verlauf der Helligkeitsänderung während der Morgen- und Abenddämmerung deutlich erkennen läßt.

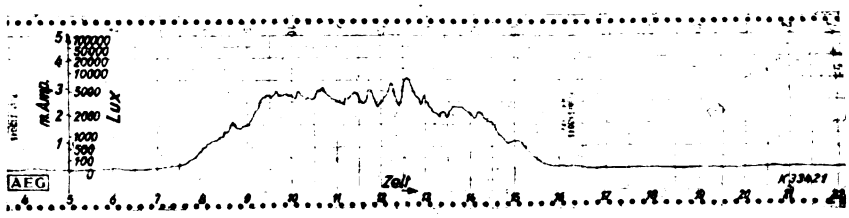


Abb. 4. Meßstreifen mit dem Helligkeitsverlauf während eines Tages.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenzeilen (= $^2/_3$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift in Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen" und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften" (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift" erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In-** und **Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

und Postbezieher

...rder nicht an

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Bestellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, ½-, ¼-, ⅛-seitige Anzeigen bis herab auf eine $^1/_{64}$-Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung ein laufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1.— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und **Sendungen** für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius **Springer**, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. — **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto, Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8. **Postscheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsort Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Ein lichtelektrisches Drehzahlmeßgerät.

Mitteilung der AEG.

Bei der Drehzahlmessung durch Wirbelstromtachometer oder elektrische Geber, die auf ein getrennt angeordnetes Anzeigegerät arbeiten, stellt die Meßeinrichtung für die zu untersuchende Maschine eine zusätzliche Belastung dar. Diesen Meßverfahren sind daher Grenzen

Abb. 1. Lichtelektrisches Drehzahlmeßgerät.

gesetzt, und vor allen Dingen bei kleineren Maschineneinheiten oder bei besonders hohen Drehzahlen sind sie nur noch unter Vorbehalten zu verwenden.

Aus diesen Gründen wurde der trägheits- und massenlose Lichtstrahl zur Drehzahlmessung herangezogen und

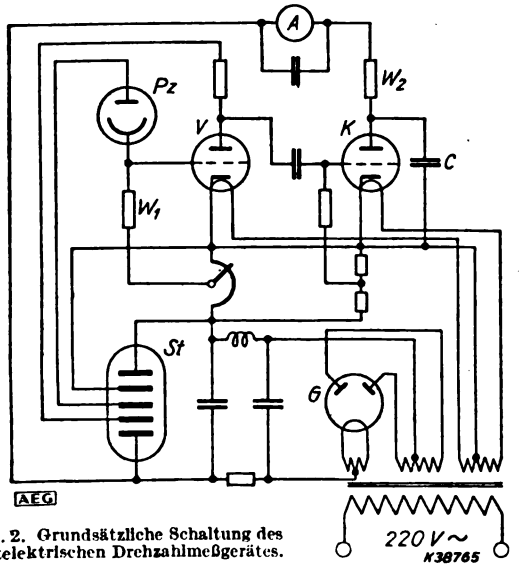


Abb. 2. Grundsätzliche Schaltung des lichtelektrischen Drehzahlmeßgerätes.

ein neues lichtelektrisches Drehzahlmeßgerät entwickelt. Der Lichtstrahl wird durch eine Blende oder Lochscheibe auf der Achse der zu untersuchenden Maschine unterbrochen und einem Fotozellengerät zugeführt. In Fällen, wo die einfache Unterbrechung des Lichtstrahles nicht möglich ist, kann er auch durch einen oder mehrere Spiegel gesteuert werden. Die Lichtenergie, die das Fotozellengerät benötigt, ist verhältnismäßig gering. Aus diesem Grunde können die Spiegel sehr klein sein.

In der einfachsten Form kann das Fotozellengerät als Stichzähler ausgeführt werden. Dieser Drehzahlstichzähler erfüllt den Zweck, die Umläufe von Maschinenteilen einzeln zu zählen und an einem Zählwerk anzuzeigen. Um die Drehzahl zu ermitteln, muß außer den Umläufen noch die Zeit gemessen werden. Der Stichzähler arbeitet sehr genau; zur Drehzahlbestimmung genügen Meßzeiten von nur wenigen Sekunden.

Ein neues AEG-Fotozellengerät (Abb. 1) gestattet im Gegensatz zum Stichzähler eine laufende Drehzahlüberwachung.

Die Schaltung ist in Abb. 2 dargestellt. Im Takte der Lichtimpulse auf die Fotozelle treten an dem im Fotozellenkreis liegenden Widerstand W_1 Spannungsstöße auf. Diese werden zunächst in der Verstärkerröhre V verstärkt und als Steuerspannung für das als Kippschwingröhre K geschaltete Thyratron verwendet, dessen Gitter sie kapazitiv beeinflussen. Jeder Spannungsstoß zündet das Thyratron, und der Kondensator C entlädt sich plötzlich. Hierdurch bricht die Spannung zwischen Anode und Kathode an der Kippschwingröhre zusammen, so daß der Entladungsvorgang im Thyratron wieder gelöscht wird.

Ueber den Widerstand W_2 wird der Kondensator erneut aufgeladen, und der geschilderte Vorgang wiederholt sich in gleicher Weise beim nächsten Spannungsstoß. Das Thyratron führt also im Takte der ankommenden Impulse Kippschwingungen aus. Da der Kondensator C über den Widerstand W_2 jedesmal auf gleiche Höhe aufgeladen wird, entstehen im Anodenstromkreis Stromstöße gleichbleibender Form und Größe, und zwar in der Häufigkeit der Lichtimpulse. Mit einem Strommesser A wird der Mittelwert des pulsenden Anodenstromes gemessen, der ein Maß für die zu bestimmende Drehzahl ist. Der Zeigerausschlag des anzeigenden oder schreibenden elektrischen Meßgerätes ist in einem ausreichenden Bereich der Drehzahl verhältnisgleich, d. h. die Skala ist linear unterteilt.

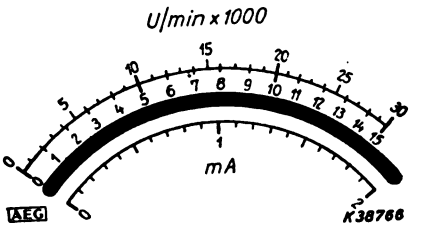


Abb. 3. Skala eines lichtelektrischen Drehzahlmeßgerätes.

Bei der in Abb. 1 dargestellten Meßeinrichtung ist für die Drehzahlanzeige ein gebräuchlicher Drehspul-Strommesser verwendet worden. Als Meßbereiche wurden 1000 ··· 15 000 und 2000 ··· 30 000 U/min gewählt. Hierbei ist vorausgesetzt, daß der Lichtstrahl bei einer Umdrehung der zu untersuchenden Maschine auch nur einmal unterbrochen bzw. zurückgeworfen wird.

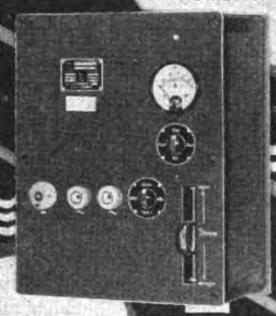
Das eingebaute Meßgerät zeigt außer der Skala für die Drehzahl auch noch mA-Werte (Abb. 3). Nach einfacher Umschaltung des Meßgerätes kann es für die Einstellung und Prüfung des optischen Teiles der Anlage verwendet werden. Andere Drehzahl-Meßbereiche als die genannten können ohne große Schwierigkeit durch Anwendung entsprechender Lochscheiben oder auch durch Anpassung des Thyratronkippkreises erzielt werden.

Die Drehzahl-Meßeinrichtung kann jederzeit, auch während des Betriebes, durch Betätigung eines Druckknopfes mit der Netzfrequenz geeicht werden. Sie ist für Vollnetzbetrieb ausgelegt; die gesamte Leistungsaufnahme beträgt etwa 75 VA.

Digitized by Google

Selen
TROCKEN-GLEICHRICHTER

Lebensdauer praktisch unbegrenzt.
Vollkommen geräuschloser Betrieb.
Hohe Wirtschaftlichkeit.
Keine beweglichen oder zerbrechlichen Teile.
Keinerlei Wartung.
Zuverlässig.



Lieferbar
für alle Spannungen,
für alle Stromstärken,
auch für Sonderzwecke.

S.A.F. NÜRNBERG

Süddeutsche Apparate-Fabrik GmbH.
Nürnberg 2 — Schließfach 282

SILBERLOTE
sind für einwandfreie Lötarbeiten unentbehrlich.

Dr. Th. Wieland, Pforzheim
Scheide- und Legieranstalt Gegründet 1871

DKW
MOTOREN
für Landwirtschaft und Industrie
EINZYLINDER
ZWEIZYLINDER
von 1-25 PS
luftgekühlt, wassergekühlt

ÜBERSICHTSTAFEL

Typ	Zylinderzahl	Kühlung durch	Bohrung mm	Hub mm	PS
EL 100	1	Luft	50	50	1,8
EL 201	1	Luft	60	68	3,75
EL 301	1	Luft	74	68	5,25
EW 301	1	Wasser	74	68	6,5
EL 461	1	Luft	88	76	7,5
EW 461	1	Wasser	88	76	9,5
ZW 600	2	Wasser	74	68	14
ZL 920	2	Luft	88	76	16—18
ZW 1100	2	Wasser	96	76	25—28
KL 100	1	Luft	50	50	2
TR 200	1	Luft	60	68	5
TR 300	1	Luft	74	68	6,5
O. Spez 300	1	Luft	74	68	5,5

623/85

DKW-MOTOREN
500 000 fach bewährt!

AUTO UNION A-G ABT. DKW-MOTOREN, CHEMNITZ

Kiesewetter
Kurbelinduktoren

bieten große Vorteile:

- Solide Ausführung
- Absolute Betriebssicherheit
- Hohe Stoßsicherheit
- Dauerhafte Holz- oder Eigengehäuse
- Konstante Meßspannung
- 30jährige Erfahrungen, daher hochwertig
- Nach den neuesten VDE-Vorschriften

Liste 128/2 anfordern

Weitere Spezialitäten:

Schalttafel-Meßinstrumente • Montage-Instrumente • Meßbrücken • Einbau-Instrumente
ERJ-Universal-Meßgeräte • Beleuchtungsmesser

Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter
Leipzig 2 C 1

WIDERSTANDS-LEGIERUNGEN

MANGANIN
für **Meßinstrumente**
Spez. Widerstand 0,43 Ohm
Temperatur-Koeffizient
± 0,00001
Thermokraft gegen Kupfer
+ 1 Mikrovolt pro Grad C

ISABELLIN
nickelfrei
für **techn. Widerstände**
Spez. Widerstand 0,50 Ohm
Temperatur-Koeffizient
— 0,00002
Spez. Gew. 7,9 bis 8

ISABELLEN-HÜTTE
HEUSLER K. G. DILLENBURG

Digitized by Google

Neuer Klein-Motorschutzschalter.

Mitteilung der AEG.

Die wirtschaftlichen Vorteile der Einzelantriebe an kleineren Arbeitsmaschinen haben ein umfangreiches Anwendungsgebiet für kleinere Elektromotoren und reiches Schalteinrichtungen geschaffen. Die Forderung, Arbeitsmaschinen ohne Schaden für den Elektromotor auszunutzen, bedingt den Einbau einer zuverlässigen Schutzeinrichtung. Die Gefährdung des Motors bzw. der Arbeitsmaschine ist um so größer, je näher die betriebsmäßige Inanspruchnahme der Nennleistung kommt. Besonders für kleine Motoren gilt das Wort: „Zu jedem Motor ein Schutzschalter". Ganz allgemein sollte man daher Motorschutzschalter mit Wärme-(Bimetall-)Auslösern einbauen, weil sie folgende Bedingungen erfüllen: Weitgehender Schutz des Motors gegen schädliche Überlastung; kein Ansprechen bei zulässigen Stromspitzen, z. B. beim Anlauf; hohe Kurzschlußfestigkeit; geringe Wartezeit bis zum Wiedereinschalten des ausgelösten Schalters.

Mit Rücksicht auf den sehr oft nur geringen Platz, z. B. bei kleinen Arbeitsmaschinen, hat die AEG einen neuen handbetätigten Klein-Motorschutzschalter mit drei Wärme-(Bimetall-)Auslösern für Drehstrom bis 500 V und für Motornennströme von 0,4 ··· 6 A entwickelt [1]). Das besonders günstig gestaltete Klinkwerk mit Freiauslösung, die einfache Anordnung der Silber-Druckkontakte mit doppelter Unterbrechung je Pol und der vorteilhafte Einbau der Wärme-(Bimetall-)Auslöser ergab einen sehr gedrängten Schalteraufbau bei genügender Leistungsfähigkeit. Der Kontaktdruck erfolgt dauernd über Wendeldruckfedern. Da die Auslösekräfte am Klinkwerk so klein wie möglich zu halten sind, anderseits aber ein sicheres und leichtes Schalten zu erreichen ist, wurde auf die Durchbildung des Klinkwerkes besonderer Wert gelegt. Die mechanische Betätigung des Schalters erfolgt bei der Aufbauform AMb 6 sowie bei der Einbauform Mb 6 durch zwei versenkt angeordnete Druckknöpfe. Eine unbeabsichtigte Betätigung wird bei dieser Anordnung vermieden. Die vorgesehene Freiauslösung macht bei ungewöhnlichen Betriebszuständen eine Behinderung der Selbstauslösung durch Festhalten des Knopfes unmöglich. Die farbigen, einstellbaren Wärme-(Bimetall-)Auslöser sind für folgende Motornennströme ausgelegt: 0,4 ··· 0,6, 0,6 ··· 1, 1 ··· 1,6, 1,6 ··· 2,5, 2,5 ··· 4 und 4 ··· 6 A. Durch einen Schraubenzieher kann in einfacher Weise an dem Verstellknopf mit Zeiger eine Einstellung des Auslösestromes vorgenommen werden. Die einzustellenden Auslösewerte sind auf einer Skala kenntlich gemacht. Alle Schalter haben eine Nulleiterklemme für den Anschluß eines isolierten Nulleiters.

Abb. 1. Aufbauform AMb 6 in Gußgehäuse.

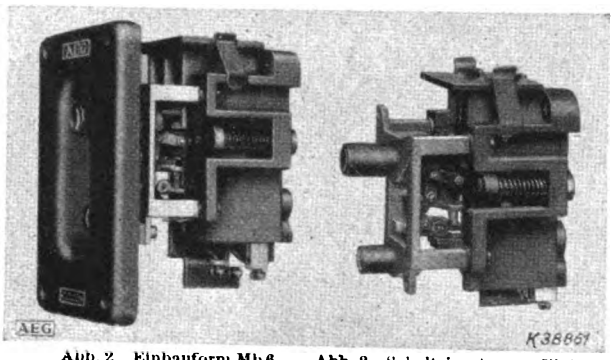


Abb. 2. Einbauform Mb 6 mit Frontplatte.

Abb. 3. Schalteinsatz zum Einbau in Gußgehäuse bzw. Einsatzform ohne Frontplatte.

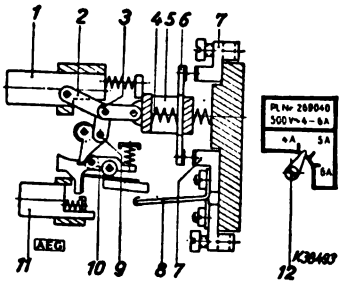


Abb. 4. Schematischer Querschnitt.

1 = Einschaltdruckknopf,
2 = Lasche,
3 = Knie,
4 = Wendeldruckfeder,
5 = Kontaktwerk,
6 = Kupfersteg,
7 = Zu- und Ableitungskontakte,
8 = Wärmeauslöser,
9 = Knie,
10 = Auslöseklinke,
11 = Ausschaltdruckknopf,
12 = Verstellknopf.

Der neue Klein-Motorschutzschalter wird in vier verschiedenen Ausführungen gebaut [1]). Für rauhe Betriebe wird eine Aufbauform AMb 6 in gut abgedichtetem Gußgehäuse geliefert (Abb. 1). Die aus dem Deckel herausragenden Druckknöpfe sind mit „O" und „I" gekennzeichnet. Besondere Anschlußstutzen sind nicht erforderlich. Für die Verlegung der Leitungen in ein Gewinderohr ist im oberen Teil des Gehäuses gesehen. Für Leitungen mit Flanschen sind Überwurfmuttern M 16 vorgesehen. Die Einbauform Mb 6 mit flacher Frontplatte (Abb. 2) kann beispielsweise in jede Werkzeugmaschine an geeigneter Stelle sowie in Schalttafeln versenkt einbauen. Die Frontplatte wird mit vier Senkschrauben befestigt. Eine andere Ausführung wird als Schalteinsatz (Abb. 3) zum Einbau in Gußgehäuse (z. B. AMb 6) hergestellt, die sich auch als Einsatzform ohne Frontplatte, beispielsweise zum Einbau in Schaltschränke, besondere Schaltkasten oder an solchen Stellen verwenden läßt, wo eine Frontplatte nicht zweckmäßig erscheint.

Abb. 4 zeigt eine Querschnittskizze des Schalters mit den hauptsächlichsten Bauteilen.

Bei allen Schaltern sind für den Anschluß der Leitungen aus Cu oder Al Buchsenklemmen bis 6 mm² vorgesehen. — Alle Schalter sind sowohl für Einzelanordnung an Maschinen sowie für den Anbau an Schalttafeln geeignet.

Die Aufbauform AMb 6 in Gußgehäuse ist auch für den Anbau an Sammelschienenkasten oben und unten bei Verteilungsanlagen der Bauformen N und U zu verwenden.

Die in der Bedienungsanweisung angegebenen Werte der vorzuschaltenden Schmelzsicherungen dürfen nicht überschritten werden, da die Klein-Motorschutzschalter keine Kurzschlußauslöser haben.

[1]) Siehe auch AEG-Druckschrift Sa/V 40 Ds/1.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenzeilen (= $^2/_3$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift in Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen" und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften" (beide im Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelzeichen des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bezugsbedingungen

Die „Elektrotechnische Zeitschrift" erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In-** und **Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt bezogen werden. Bezugspreise: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—; monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1,50 zuzügl. Porto.

und Postbezieher

...erden nicht an

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, ½-, ¼-, ⅛-seitige Anzeigen bis herab auf eine $^1/_{64}$-Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und **Sendungen** für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung **Julius Springer**, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. — **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8. **Postscheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuch... Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Ein lichtelektrisches Drehzahlmeßgerät.

Mitteilung der AEG.

Bei der Drehzahlmessung durch Wirbelstromtachometer oder elektrische Geber, die auf ein getrennt angeordnetes Anzeigegerät arbeiten, stellt die Meßeinrichtung für die zu untersuchende Maschine eine zusätzliche Belastung dar. Diesen Meßverfahren sind daher Grenzen

Abb. 1. Lichtelektrisches Drehzahlmeßgerät.

gesetzt, und vor allen Dingen bei kleineren Maschineneinheiten oder bei besonders hohen Drehzahlen sind sie nur noch unter Vorbehalten zu verwenden.

Aus diesen Gründen wurde der trägheits- und masselose Lichtstrahl zur Drehzahlmessung herangezogen und

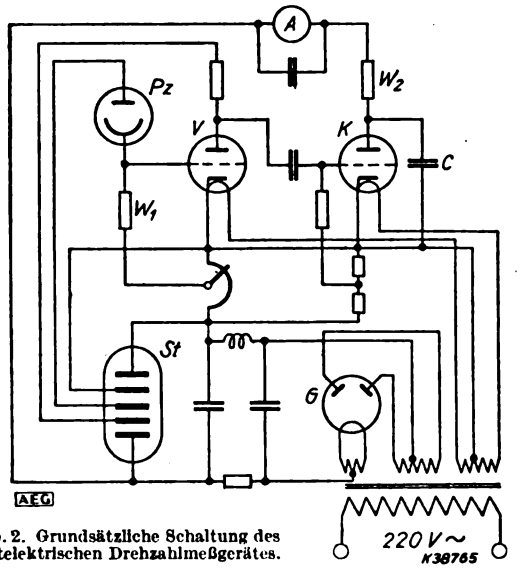


Abb. 2. Grundsätzliche Schaltung des lichtelektrischen Drehzahlmeßgerätes.

ein neues lichtelektrisches Drehzahlmeßgerät entwickelt. Der Lichtstrahl wird durch eine Blende oder Lochscheibe auf der Achse der zu untersuchenden Maschine unterbrochen und einem Fotozellengerät zugeführt. In Fällen, wo die einfache Unterbrechung des Lichtstrahles nicht möglich ist, kann er auch durch einen oder mehrere Spiegel gesteuert werden. Die Lichtenergie, die das Fotozellengerät benötigt, ist verhältnismäßig gering. Aus diesem Grunde können die Spiegel sehr klein sein.

In der einfachsten Form kann das Fotozellengerät als Stichzähler ausgeführt werden. Dieser Drehzahlstichzähler erfüllt den Zweck, die Umläufe von Maschinenteilen einzeln zu zählen und an einem Zählwerk anzuzeigen. Um die Drehzahl zu ermitteln, muß außer den Umläufen noch die Zeit gemessen werden. Der Stichzähler arbeitet sehr genau; zur Drehzahlbestimmung genügen Meßzeiten von nur wenigen Sekunden.

Ein neues AEG-Fotozellengerät (Abb. 1) gestattet im Gegensatz zum Stichzähler eine laufende Drehzahlüberwachung.

Die Schaltung ist in Abb. 2 dargestellt. Im Takte der Lichtimpulse auf die Fotozelle treten an dem im Fotozellenkreis liegenden Widerstand W_1 Spannungsstöße auf. Diese werden zunächst in der Verstärkerröhre V verstärkt und als Steuerspannung für das als Kippschwingröhre K geschaltete Thyratron verwendet, dessen Gitter sie kapazitiv beeinflussen. Jeder Spannungsstoß zündet das Thyratron, und der Kondensator C entlädt sich plötzlich. Hierdurch bricht die Spannung zwischen Anode und Kathode an der Kippschwingröhre zusammen, so daß der Entladungsvorgang im Thyratron wieder gelöscht wird.

Ueber den Widerstand W_2 wird der Kondensator erneut aufgeladen, und der geschilderte Vorgang wiederholt sich in gleicher Weise beim nächsten Spannungsstoß. Das Thyratron führt also im Takte der ankommenden Impulse Kippschwingungen aus. Da der Kondensator C über den Widerstand W_2 jedesmal auf gleiche Höhe aufgeladen wird, entstehen im Anodenstromkreis Stromstöße gleichbleibender Form und Größe, und zwar in der Häufigkeit der Lichtimpulse. Mit einem Strommesser A wird der Mittelwert des pulsenden Anodenstromes gemessen, der ein Maß für die zu bestimmende Drehzahl ist. Der Zeigerausschlag des anzeigenden oder schreibenden elektrischen Meßgerätes ist in einem ausreichenden Bereich der Drehzahl verhältnisgleich, d. h. die Skala ist linear unterteilt.

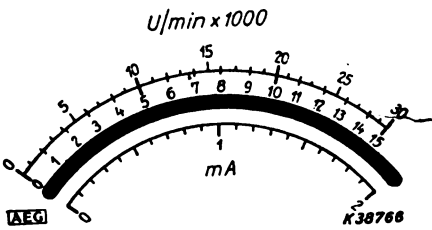


Abb. 3. Skala eines lichtelektrischen Drehzahlmeßgerätes.

Bei der in Abb. 1 dargestellten Meßeinrichtung ist für die Drehzahlanzeige ein gebräuchlicher Drehspul-Strommesser verwendet worden. Als Meßbereiche wurden 1000 ··· 15 000 und 2000 ··· 30 000 U/min gewählt. Hierbei ist vorausgesetzt, daß der Lichtstrahl bei einer Umdrehung der zu untersuchenden Maschine auch nur einmal unterbrochen bzw. zurückgeworfen wird.

Das eingebaute Meßgerät zeigt außer der Skala für die Drehzahl auch noch mA-Werte (Abb. 3). Nach einfacher Umschaltung des Meßgerätes kann es für die Einstellung und Prüfung des optischen Teiles der Anlage verwendet werden. Andere Drehzahl-Meßbereiche als die genannten können ohne große Schwierigkeit durch Anwendung entsprechender Lochscheiben oder auch durch Anpassung des Thyratronkippkreises erzielt werden.

Die Drehzahl-Meßeinrichtung kann jederzeit, auch während des Betriebes, durch Betätigung eines Druckknopfes mit der Netzfrequenz geeicht werden. Sie ist für Vollnetzbetrieb ausgelegt; die gesamte Leistungsaufnahme beträgt etwa 75 VA.

Digitized by Google

Selen
TROCKEN-GLEICHRICHTER

Lebensdauer praktisch unbegrenzt.
Vollkommen geräuschloser Betrieb.
Hohe Wirtschaftlichkeit.
Keine beweglichen oder zerbrechlichen Teile.
Keinerlei Wartung.
Zuverlässig.

Lieferbar
für alle Spannungen,
für alle Stromstärken,
auch für Sonderzwecke.

S.A.F. NÜRNBERG

Süddeutsche Apparate-Fabrik GmbH.
Nürnberg 2 — Schließfach 282

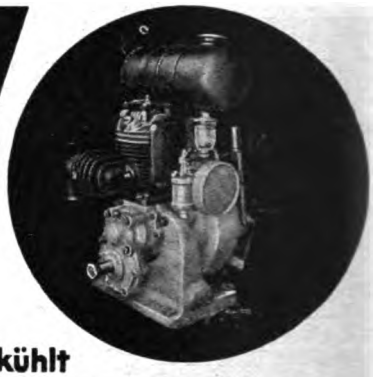
SILBERLOTE

sind für einwandfreie Lötarbeiten unentbehrlich.

Dr. Th. Wieland, Pforzheim

Scheide- und Legieranstalt Gegründet 1871

DKW
MOTOREN
für Landwirtschaft und Industrie



EINZYLINDER
ZWEIZYLINDER
von 1–25 PS
luftgekühlt, wassergekühlt

ÜBERSICHTSTAFEL

Typo	Zylinderzahl	Kühlung durch	Bohrung mm	Hub mm	PS
EL 100	1	Luft	50	50	1,8
EL 201	1	Luft	60	68	3,75
EL 301	1	Luft	74	68	5,25
EW 301	1	Wasser	74	68	6,5
EL 461	1	Luft	88	76	7,5
EW 461	1	Wasser	88	76	9,5
ZW 600	2	Wasser	74	68	14
ZL 920	2	Luft	88	76	16–18
ZW 1100	2	Wasser	96	76	25–28
KL 100	1	Luft	50	50	2
TR 200	1	Luft	60	68	5
TR 300	1	Luft	74	68	6,5
Spez 300	1	Luft	74	68	5,5

623/85

DKW-MOTOREN
500 000 fach bewährt!

AUTO UNION A-G ABT. DKW-MOTOREN, CHEMNITZ

Kiesewetter
Kurbelinduktoren

bieten große Vorteile:

- Solide Ausführung
- Absolute Betriebssicherheit
- Hohe Stoßsicherheit
- Dauerhafte Holz- oder Eigengehäuse
- Konstante Meßspannung
- 30jährige Erfahrungen, daher hochwertig
- Nach den neuesten VDE-Vorschriften

Liste 128/2 anfordern

Weitere Spezialitäten:

Schalttafel-Meßinstrumente • Montage-Instrumente • Meßbrücken • Einbau-Instrumente
ERJ-Universal-Meßgeräte • Beleuchtungsmesser

Excelsior-Werk Rudolf Kiesewetter
Leipzig 2 C 1

WIDERSTANDS-LEGIERUNGEN

MANGANIN

für Meßinstrumente
Spez. Widerstand 0,43 Ohm
Temperatur-Koeffizient
± 0,00001
Thermokraft gegen Kupfer
+ 1 Mikrovolt pro Grad C

ISABELLIN

nickelfrei
für techn. Widerstände
Spez. Widerstand 0,50 Ohm
Temperatur-Koeffizient
— 0,00002
Spez. Gew. 7,9 bis 8

ISABELLEN-HÜTTE
HEUSLER K. G. **DILLENBURG**

Digitized by Google

Neuer Klein-Motorschutzschalter.

Mitteilung der AEG.

Die wirtschaftlichen Vorteile der Einzelantriebe an kleineren Arbeitsmaschinen haben ein umfangreiches Anwendungsgebiet für kleinere Elektromotoren und reiches Schalteinrichtungen geschaffen. Die Forderung, Arbeitsmaschinen ohne Schaden für den Elektromotor auszunutzen, bedingt den Einbau einer zuverlässigen Schutzeinrichtung. Die Gefährdung des Motors bzw. der Arbeitsmaschine ist um so größer, je näher die betriebsmäßige Inanspruchnahme der Nennleistung kommt. Besonders für kleine Motoren gilt das Wort: „Zu jedem Motor ein Schutzschalter". Ganz allgemein sollte man daher Motorschutzschalter mit Wärme-(Bimetall-)Auslösern einbauen, weil sie folgende Bedingungen erfüllen: Weitgehender Schutz des Motors gegen schädliche Überlastung; kein Ansprechen bei zulässigen Stromspitzen, z. B. beim Anlauf; hohe Kurzschlußfestigkeit; geringe Wartezeit bis zum Wiedereinschalten des ausgelösten Schalters.

Mit Rücksicht auf den sehr oft nur geringen Platz, z. B. bei kleinen Arbeitsmaschinen, hat die AEG einen neuen handbetätigten Klein-Motorschutzschalter mit drei Wärme-(Bimetall-)Auslösern für Drehstrom bis 500 V und für Motornennströme von 0,4 ··· 6 A entwickelt [1]). Das besonders günstig gestaltete Klinkwerk mit Freiauslösung, die einfache Anordnung der Silber-Druckkontakte mit doppelter Unterbrechung je Pol und der vorteilhafte Einbau der Wärme-(Bimetall-)Auslöser ergab einen sehr gedrängten Schalteraufbau bei genügender Leistungsfähigkeit. Der Kontaktdruck erfolgt dauernd über Wendeldruckfedern. Da die Auslösekräfte am Klinkwerk so klein wie möglich zu halten sind, anderseits aber ein sicheres und leichtes Schalten zu erreichen ist, wurde auf die Durchbildung des Klinkwerkes besonderer Wert gelegt. Die mechanische Betätigung des Schalters erfolgt bei der Aufbauform AMb 6 sowie bei der Einbauform Mb 6 durch zwei versenkt angeordnete Druckknöpfe. Eine unbeabsichtigte Betätigung wird bei dieser Anordnung vermieden. Die vorgesehene Freiauslösung macht bei ungewöhnlichen Betriebszuständen eine Behinderung der Selbstauslösung durch Festhalten des Knopfes unmöglich. Die farbigen, einstellbaren Wärme-(Bimetall-)Auslöser sind für folgende Motornennströme ausgelegt: 0,4 ··· 0,6, 0,6 ··· 1, 1 ··· 1,6, 1,6 ··· 2,5, 2,5 ··· 4 und 4 ··· 6 A. Durch einen Schraubenzieher kann in einfacher Weise an dem Verstellknopf mit Zeiger eine Einstellung des Auslösestromes vorgenommen werden. Die einzustellenden Auslösewerte sind auf einer Skala kenntlich gemacht. Alle Schalter haben eine Nulleiterklemme für den Anschluß eines isolierten Nulleiters.

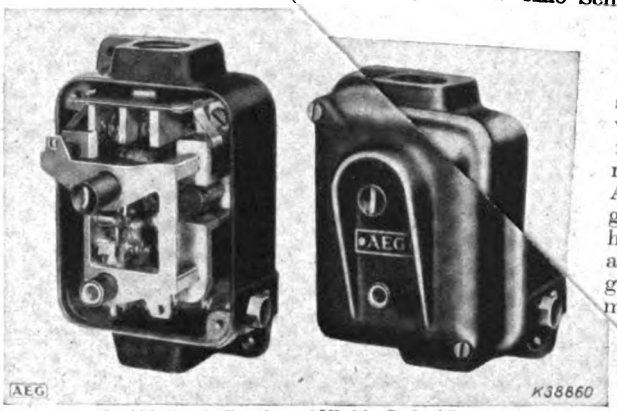


Abb. 1. Aufbauform AMb 6 in Gußgehäuse.

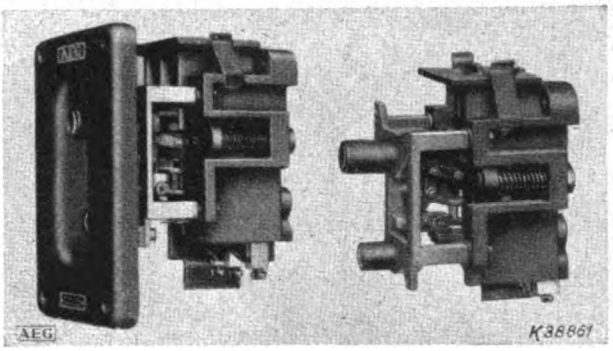


Abb. 2. Einbauform Mb 6 mit Frontplatte.

Abb. 3. Schalteinsatz zum Einbau in Gußgehäuse bzw. Einsatzform ohne Frontplatte.

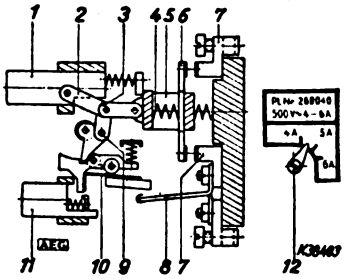


Abb. 4. Schematischer Querschnitt.

1 = Einschaltdruckknopf,
2 = Lasche,
3 = Knie,
4 = Wendeldruckfeder,
5 = Kontaktwerk,
6 = Kupfersteg,
7 = Zu- und Ableitungskontakte,
8 = Wärmeauslöser,
9 = Knie,
10 = Auslöseklinke,
11 = Ausschaltdruckknopf,
12 = Verstellknopf.

Der neue Klein-Motorschutzschalter wird in vier verschiedenen Ausführungen gebaut [1]). Für rauhe Betriebe wird eine Aufbauform AMb 6 in gut abgedichtetem Gußgehäuse geliefert (Abb. 1). Die aus dem Deckel herausragenden Druckknöpfe sind mit „O" und „I" gekennzeichnet. Besondere Anschlußstutzen sind nicht erforderlich. Für die Verlegung der Leitungen in ein Gasrohr ist im oberen Teil vorgesehen. Für diese Flanschleitungen sind M 16 vorgesehen. Die Schraubenverschraubungen gestatten. Die Einbauform Mb 6 mit flacher Frontplatte (Abb. 2) kann beispielsweise in jede Werkzeugmaschine an geeigneter Stelle sowie in Schalttafeln versenkt einbauen. Die Frontplatte wird mit vier Senkschrauben befestigt. Eine andere Ausführung wird als Schalteinsatz (Abb. 3) zum Einbau in Gußgehäuse (z. B. AMb 6) hergestellt, die sich auch als Einsatzform ohne Frontplatte, beispielsweise zum Einbau in Schaltschränke, besondere Schaltkasten oder an solchen Stellen verwenden läßt, wo eine Frontplatte nicht zweckmäßig erscheint.

Abb. 4 zeigt eine Querschnittskizze des Schalters mit den hauptsächlichsten Bauteilen.

Bei allen Schaltern sind für den Anschluß der Leitungen aus Cu oder Al Buchsenklemmen bis 6 mm² vorgesehen. — Alle Schalter sind sowohl für Einzelanordnung an Maschinen sowie für den Anbau an Schalttafeln geeignet.

Die Aufbauform AMb 6 in Gußgehäuse ist auch für den Anbau an Sammelschienenkasten oben und unten bei Verteilungsanlagen der Bauformen N und U zu verwenden.

Die in der Bedienungsanweisung angegebenen Werte der vorzuschaltenden Schmelzsicherungen dürfen nicht überschritten werden, da die Klein-Motorschutzschalter keine Kurzschlußauslöser haben.

[1]) Siehe auch AEG-Druckschrift Sa/V 40 Ds/1.

Digitized by Google

Elektrotechnische Zeitschrift

An die Herren Verfasser von Aufsätzen

Um angesichts des beschränkten Raumes der ETZ möglichst zahlreiche Aufsätze unterbringen zu können und im Interesse einer raschen Veröffentlichung der Arbeiten bitten wir, daß der Gesamtumfang von Aufsätzen im allgemeinen 3 ETZ-Seiten nicht überschreitet. Eine ETZ-Seite entspricht 4 Schreibmaschinenseiten mit je 30 Zeilen zu je 60 Zeichen. — Die Urschrift soll möglichst auf DIN-A-4-Bogen eingereicht werden und links einen 5 cm breiten Rand für die Druckfertigmachung, rechts einen freien Raum von 1 bis 2 cm aufweisen. Für jedes Bild einschließlich Unterschrift sind im Mittel 20 Schreibmaschinenzeilen (= $^2/_3$ Schreibmaschinenseite) in der Urschrift in Abzug zu bringen. Für jede ETZ-Seite sind im allgemeinen nicht mehr als 1 bis 2 Bilder vorzusehen. Bei der Niederschrift sind das Heft „Gestaltung technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen" und das „Kurztitelverzeichnis technisch-wissenschaftlicher Zeitschriften" (beides Beuth-Verlag, Berlin SW 19) sowie die Einheiten- und Formelvorschriften des AEF und die DIN VDE-Schaltzeichen und Schaltbilder zu berücksichtigen.

Sonderdrucke werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgende Bestellungen von Sonderdrucken können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die **Anschriften** der Wissenschaftlichen Leitung der ETZ sowie der Verfasser der Aufsätze befinden sich auf der letzten Textseite jedes Heftes.

Bedingungen

Bezugspreis: Die „Elektrotechnische Zeitschrift" erscheint in wöchentlichen Heften und kann im Inland durch jede Sortimentsbuchhandlung und jede Postanstalt monatlich RM 3,50. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post (nur vierteljährlich) zuzügl. Postbestellgebühr. Einzelheft RM 1,50

Verbandsmitglieder und Postbezieher

Bei Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den VDE oder den VDE-Bezirk, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker haben bei Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres zuständigen Bezirkes ihren Wohnungswechsel mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, ½-, ¼-, ⅛-seitige Anzeigen bis herab auf eine $^1/_{64}$-Seite anteilig.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche RM 181,30 netto die Seite; Seitenteile entsprechend. Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr: RM 20,—, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluß der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Geschäftlicher Verkehr

Zuschriften und **Sendungen** für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke und sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung **Julius Springer**, Berlin W 9, Linkstr. 22-24. Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: 21 81 11. — **Bankkonten:** Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank, Depositenkasse C, Berlin W 9, Berliner Handels-Gesellschaft, Berlin W 8. **Postscheckkonto:** Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

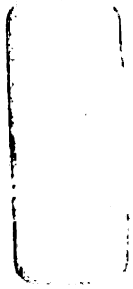
Digitized by Google

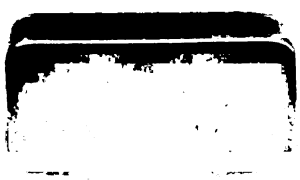
UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08040 0859

BOUND

SEP 7 1938

UNIV. OF MICH.
LIBRARY





Digitized by Google